

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ім. В.ДАЛЯ
БІЛОРУСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПрАТ „СЄВЕРОДОНЕЦЬКЕ ОБ’ЄДНАННЯ АЗОТ”
ПрАТ „ХІМПРОЕКТ” (м. Сєверодонецьк)
ПрАТ «Лисичанська нафтова інвестиційна компанія»**

ТЕХНОЛОГІЯ-2017

МАТЕРІАЛИ

XX міжнародної науково-технічної конференції
21 - 22 квітня 2017 року
м. Сєверодонецьк



Сєверодонецьк, 2017

Технологія-2017 : XX матеріали міжнар.наук.-техн. конф., 21-22 квіт. 2017 р., м. Сєверодонецьк. / [укл. : Тарасов В.Ю.]. – Сєверодонецьк : [Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля], 2017. – 293 с.

Редакційна колегія:

канд.техн.наук. Галгаш Р.А.;

докт.техн.наук Суворін О.В.;

докт.техн.наук Соколов В.І.

Рекомендовано до друку Вченою радою факультету інженерії Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля (Протокол № 8 від 26.04.2017 р.)

Ляшенко Д.В., Кравченко І.В. ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ВІТЧИЗНЯНИХ ВИРОБНИЦТВ АДІПІНОВОЇ КИСЛОТИ	10
Туктин Б.Т., Шаповалова Л.Б., Кубашева А.Ж., Егизбаева Р.И. ПЕРЕРАБОТКА СЕРОСОДЕРЖАЩЕГО ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРАХ.....	11
Yergaziyeva G.Y., Dossumov K., Churina D.N., Tayrabekova S. Zh. CATALYTIC CONVERSION OF BIOETHANOL INTO AROMATIC HYDROCARBONS.....	14
Мылтыкбаева Л.К., Ергазиева Г.Е., Досумов К., Тулибаев Е.М. ПАРОКИСЛОРОДНАЯ КОНВЕРСИЯ МЕТАНА В СИНТЕЗ-ГАЗ И ВОДОРОД.....	16
Лабзова О.О., Кудрявцев С.О., Северін Л.Є ДОСЛІДЖЕННЯ КАТАЛІТИЧНОЇ ПАРОВОЇ КОНВЕРСИЇ ВУГЛЕВОДНІВ АЕРОЗОЛЬНИМ НАНОКАТАЛІЗОМ.	19
Туктин Б.Т., Нургалиев Н.Н., Тенизбаева А.С., Багашарова Б.М. ПЕРЕРАБОТКА ГАЗОВ КРЕКИНГА НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ.....	20
Волчков А.А., Воробьева Е.В., Крутько Э.Т. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДНЫХ И СОЛЕВЫХ РАСТВОРОВ ПОЛИАКРИЛАМИДОВ	23
Павлов А.В., Белов В.В., Сова С.Б., Ященко Т.М., Голосман Е.З., Нечуговский А.И. КАТАЛИТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ N-(2-ЭТОКСИЭТИЛ)-ПИПЕРИДИНА.	24
Квеско А.А. ЖИДКОФАЗНОЕ ОКИСЛЕНИЕ α -ПИНЕНА КИСЛОРОДОМ ВОЗДУХА В ПРИСУТСТВИИ СТЕАРАТА Co (II) И АЦЕТИЛАЦЕТОНАТА Ni (II).....	25
Самойлов Н.А.. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИ ОТСУТСТВИИ ГРАНИЦ ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	28
Самойлов Н.А.. О ВЕРТИКАЛЬНОМ СЕКЦИОНИРОВАНИИ МАССООБМЕННЫХ АППАРАТОВ.....	31
Липницкий П.А., Фдейшер В.Л.. ВЫДЕЛЕНИЕ ДЕГИДРОАБИЕТИНОВОЙ КИСЛОТЫ ИЗ ДИСПРОПОРЦИОНИРОВАННОЙ ЖИВИЧНОЙ КАНИФОЛИ.....	34
Жила Р.С., Ковтун Д.М., Трошин П.А. ІНГІБУЮЧІ ВЛАСТИВОСТІ ФУЛЕРЕНУ 3 ТІОФЕНОВОЮ ГРУПОЮ ПРИ ОКИСНЕННІ АРОМАТИЧНИХ СПОЛУК	36
Жила Р.С., Бабіюк Ю.Ю. ІНГІБУВАННЯ ОКИСНЕННЯ БЕНЗИЛОВОГО СПИРТУ ФУЛЕРЕНОМ $\text{C}_{60}\text{Cl}_{28}$	39
Жила Р.С., Біла Я.Ю., Трошин П.А. ВІД'ЄМНИЙ КАТАЛІЗ ПРИ ОКИСНЕННІ БЕНЗИЛОВОГО СПИРТУ ПІРИДИЛПІПЕРАЗИНОВИМИ ПОХІДНИМИ ФУЛЕРЕНУ C_{60}	40
Михайловская Т.П., Курмакызы Р., Воробьев П.Б. КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ДИОКСИДАМИ ОЛОВА, ТИТАНА И ЦРКОНИЯ ВАНАДИЙОКСИДНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ В ОКИСЛЕНИИ 4-МЕТИЛПИРИДИНА	42
Кротова О.А., Бобович Е.В., Крутько Э.Т., Жарская Т.А. СИНТЕЗ МОДИФИЦИРОВАННОЙ МЕЛАМИНОАЛКИДНОЙ КОМПОЗИЦИИ С УЛУЧШЕННЫМИ ЗАЩИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ.....	45
Волчков А.А., Воробьева Е.В., Крутько Э.Т. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДНЫХ И СОЛЕВЫХ РАСТВОРОВ ПОЛИАКРИЛАМИДОВ	46
Кротова О.А., Бобович Е.В., Кудина Е.Ф., Крутько Э.Т.. НАНОСТРУКТУРИРОВАННАЯ МЕЛАМИНОАЛКИДНАЯ КОМПОЗИЦИИ	47
Кротова О.А., Журавлева М.В., Бобович Е.В., Иванова Н.П., Жарская Т.А., Крутько Э.Т. СИНТЕЗ ВОДОСТОЙКОЙ МЕЛАМИНАЛКИДНОЙ КОМПОЗИЦИИ.....	48
Унковская В.В., Колтунов Е. И, Рымар Т.Э. ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА СВОЙСТВА ПЕНОМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ И ЖИДКОСТЕКЛЬНОГО ГРАНУЛЯТА.....	52

Урбанович Е. Е., Терещенко И. М., Жих Б. П. ПОЛУЧЕНИЕ ФОРМОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА И СИЛИКАТНЫХ СВЯЗУЮЩИХ.....	55
Амосова М.В., Бондаренко Ж.В. ВЛИЯНИЕ ЖИРОВОГО СОСТАВА И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СОЗРЕВАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕЙ ЩЕЛОЧИ В МЫЛЕ.....	58
Канарская В.В., Бондаренко Ж.В. ВЛИЯНИЕ РАСХОДА ЭКСТРАКТА ГОЛУБИКИ НА ПЕРЕКИСНОЕ ЧИСЛО ЭМУЛЬСИИ.....	60
Адамцевич Н.Ю., Бондаренко Ж.В.. ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ И СООТНОШЕНИЯ АНИОННОГО И НЕИОНОГЕННОГО ПАВ В РАСТВОРЕ НА ПЕНООБРАЗОВАНИЕ ...	61
Лиходиевский А.В., Бондаренко Ж.В. ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СТАРЕНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ОКИСЛЕНИЮ МАСЛЯНОГО ЭКСТРАКТА ГВОЗДИКИ	64
Мардупенко О.О., Григоров А.Б., Сінкевич І.В.. ЗАСТОСУВАННЯ ДИЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРОНИКНОСТІ У НАФТОПЕРЕРОБЦІ.....	66
Блудов О.. ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНОПОЛІСЛОКСАНОВОЇ КОМПОЗИЦІЇ СИЛІКОНОВОГО ГЕРМЕТИКА	67
Адамян Д.Р. ОТРИМАННЯ ЕТИЛЕНУ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ АЕРОЗОЛЬНОГО НАНОКАТАЛІЗУ КАТАЛІТИЧНИМ ПІРОЛІЗОМ Н-ПЕНТАНУ.....	68
Денисов О. С., Кудрявцев С. О. ОТРИМАННЯ ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ З Н-БУТАНУ У СТАНЦІОНАРНОМУ ШАРІ КАТАЛІЗАТОРУ.....	70
Бура Є.С., Шаповалова І.М. АРОМАТИЗАЦІЯ ПРОПАН-БУТАНОВОЇ ФРАКЦІЇ НА ЦЕОЛІТНОМУ КАТАЛІЗАТОРІ.....	71
Пчела Є.Е. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗНЕШКОДЖЕННЯ КИСЛИХ ГУДРОНІВ.....	72
Пчела Є.Е. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗНЕШКОДЖЕННЯ КОКСОХІМІЧНИХ ВІДХОДІВ. СТАДІЯ ПЕРЕРОБКИ СИРОВИНИ.....	74
Юрченко К. М., , Зубцов Є.І.. ДОСЛІДЖЕННЯ ГАЗИФІКАЦІЇ ВУГІЛЛЯ РІЗНИМИ ГАЗИФІКУЮЧИМИ АГЕНТАМИ	76
Мішина М.О., Ожередова М.А. ВПЛИВ ДОБАВОК НА СТРУКТУРУ ХІМІЧНО ОСАДЖЕНОГО КАРБОНАТУ КАЛЬЦІЮ.....	78
Литвинова Д.Ю., Ожередова М.А. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ОТРАБОТАННЫХ НИКЕЛЬСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРОВ НА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКУЮ ВЕРОЯТНОСТЬ ОСАЖДЕНИЯ НИКЕЛЯ.....	79
Ефремов В.Н., Мугенов Т.И., Голосман Е.З. ВОЗДЕЙСТВИЕ ЩЕЛОЧНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ АБСОРБЕНТОВ CO ₂ НА ПРОЧНОСТНЫЕ И КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НИКЕЛЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ МЕТАНИРОВАНИЯ.....	81
Шибeka Л.А., Федченко Н.А. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТРАБОТАННЫХ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД	82
Минаковский А.Ф., Дашко Н.С., Шатило В.И., Карчевская В.Г. ИЗУЧЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ В ВОДНО-СОЛЕВОЙ СИСТЕМЕ CO(NH ₂) ₂ -NH ₄ NO ₃ -(NH ₄) ₂ SO ₄ -H ₂ O при 0 ⁰ С.....	85
Сергиевич О. А., Попов Р. Ю., Дятлова Е. М.. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КОНДИЦИОННОСТИ ПРИРОДНЫХ КАОЛИНОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	87
Ещенко Л.С., Жук Г.М. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УМЯГЧЕНИЯ ВОДЫ ХИМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ.	90
Крышилович Е.В., Романовский В.И., Куличик Д.М., Пилипенко М.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАЛОРАСТВОРИМЫХ ВАНАДАТОВ ВИСМУТА И ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ	91

Ещенко Л.С., Сумич А.И., Алексеев А.Д. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ АГЛОМЕРАЦИОННЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СОЛЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ МОЮЩИХ СРЕДСТВ.....	94
Дацкевич Д.В., Чепрасова В.И., Залыгина О. С.. ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА НА ПОЛУЧЕНИЕ ПИГМЕНТА ИЗ ОТРАБОТАННОГО ЭЛЕКТРОЛИТА ЦИНКОВАНИЯ.....	96
Solod N.V., Mishchenko I.I. IMPROVEMENT OF THE SYNTHESIS METHOD OF THE HYDRATED DIPHOSPHATE OF COMPOSITION $\text{Co}_{2-y}\text{Mn}_y\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	99
Чепрасова В.И., Шаметько К.Ю., Залыгина О.С. ОСАЖДЕНИЕ НИКЕЛЯ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НИКЕЛИРОВАНИЯ ФОСФАТОМ НАТРИЯ.	100
Циунель А.Ю., Левицкий И.А. АНГОБЫ ДЛЯ ДЕКОРИРОВАНИЯ ПЛИТОК ДЛЯ ПОЛОВ	102
Шиманская А. Н., Краснова В. С. МЕДЬСОДЕРЖАЩИЕ МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫЕ ГЛАЗУРИ	104
Шиманская А. Н., Прыбыльский А. Д., Левицкий И.А. ПОЛУФРИТТОВАННЫЕ ТИТАНСОДЕРЖАЩИЕ ГЛАЗУРИ.....	106
Павлова О.А., Пищ И.В., Гвоздева Н.А. СИНТЕЗ КЕРАМИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ МУЛЛИТОПОДОБНОЙ СТРУКТУРЫ В СИСТЕМЕ $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3(\text{Cr}_2\text{O}_3)$.....	110
Antraptseva N.M. P, Toropova A.K., Kostenko A.N. THE COMPOSITION OF THE PRODUCTS OF HEAT TREATMENT OF Co(II)-Zn DIHYDROGENPHOSPHATES UNDER ISOTHERMAL CONDITIONS	112
Хвесеня Д. Н., Терешенко И. М СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕДИЦИНСКОГО СТЕКЛА..	113
Антрапцева Н.М., Біла Г.М., Петриченко Т.В. РОЗРОБКА РАЦІОНАЛЬНОГО СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ СЕРЕДНІХ ЦИНК-КОБАЛЬТ(II) ФОСФАТІВ ТЕТРАГІДРАТІВ	115
Антрапцева Н.М., Манчук Н.М. Козачук Т.В. ВИБІР ОПТИМАЛЬНИХ УМОВ ОДЕРЖАННЯ БЕЗВОДНИХ ФОСФАТІВ ТЕРМООБРОБКОЮ ЇХ КРИСТАЛОГІДРАТІВ	116
Головач Р.В., Дятлова Е.М., Хорт А.А.. ПОЛУЧЕНИЕ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ОРТОФЕРРИТА ВИСМУТА НИТРАТ-ЦИТРАТНЫМ МЕТОДОМ СИНТЕЗА.....	117
Воронкович Е.Л., Папко Л.Ф. БАЗАЛТ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НЕПРЕРЫВНОГО ВОЛОКНА.....	118
Попович А.Н., Климаш А.А., Соловьёв Г.И., Суворин А.В.. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКИ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ КАТАЛИЗАТОРА МИНЕРАЛОВОЛОКНИСТОГО КАТАЛИЗАТОРА.....	119
Мухлядо В.И., Варфоломеев В.С. ИЗНОСОСТОЙКИЕ ОГНЕЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ФУТЕРОВКИ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ	121
Ничипор В. Н., Позняк А. И. КЕРАМИЧЕСКИЕ МАССЫ ДЛЯ САНИТАРНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАОЛИНИТ-ПИРОФИЛЛИТОВОГО СЫРЬЯ.....	123
Богдан Е.О., Сергиевич О.А., Неверова Т.Н., Катков И.С. ПОЛУЧЕНИЕ ЯЧЕИСТЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ, УТРАТИВШИХ СВОИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	125
Канарова К.І., Бегич А. ОЧИСТКА РОЗЧИНІВ КАЛЬЦІЙ НІТРАТУ ВІД ЗАЛІЗА.....	127
Норко А.В., Залыгина О.С., Метельская Н.С., Кабашников В.П. ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ЗАКИСЛЯЮЩИХ ПРИМЕСЕЙ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ НАД ТЕРРИТОРИЕЙ БЕЛОРУССКО-УКРАИНСКОГО РЕГИОНА НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	128

Мажула Ю.В., Кошара Е.П., Мохонько В.И.. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ В УКРАИНЕ И СТРАНАХ ЕС	131
Соколенко Н.М., Зарайская Ю.Р., Блинова Н.К. ЗАВИСИМОСТЬ ИНТЕНСИВНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА	133
Кисиль К. В., Блинова Н.К. НОВЫЕ ПОДХОДЫ К МОНИТОРИНГУ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	134
Лотицька Є.В., Кравченко О.О.. ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ <i>ELODEA CANADENSIS</i> ДЛЯ ОЦІНКИ ТОКСИЧНОСТІ НАНОАКВАЦИТРАТИВ ПЕРЕХІДНИХ МЕТАЛІВ	137
Супоровська А.М., Кравченко О.О. ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ НАНОАКВАЦИТРАТИВ ПЕРЕХІДНИХ МЕТАЛІВ В ОРГАНІЗМІ <i>CUPRINUS CARPIO L.</i>...	139
Кравченко М.Л., Лихачева А.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ЦИНКОВАНИЯ НА ИХ ПЕРЕРАБОТКУ В ПИГМЕНТЫ	140
Рылко Н.Н., Кравченко М.Л., Лихачева А.В.. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ЦИНКСОДЕРЖАЩИХ ПИГМЕНТОВ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ	142
Ровба А.В. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ АВАРИЯХ НА ГТС ПРУДОВ-НАКОПИТЕЛЕЙ МЕЛИОРАТИВНЫХ И ПОЛЬДЕРНЫХ СИСТЕМ	145
Шмичкова О. Б., Лук'яненко Т. В. ЕЛЕКТРОХІМІЧНА РУЙНАЦІЯ ТОКСИЧНИХ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН АРОМАТИЧНОЇ ПРИРОДИ – ЗАБРУДНЮВАЧІВ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	147
Кочкодан О.Д., Шевченко К.Т. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ БІОСОРБЦІЇ ТА БІОРЕГЕНЕРАЦІЇ В СИСТЕМІ ВОДНИЙ РОЗЧИН ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНОЇ РЕЧОВИНИ-АКТИВНЕ ВУГІЛЛЯ	149
Кочкодан О.Д., Дмитрієва Л.Б. ВИЛУЧЕННЯ ОРГАНІЧНИХ ЗАБРУДНЮВАЧІВ ІЗ РІЧКОВОЇ ВОДИ АДСОРБЦІЙНИМ МЕТОДОМ.....	150
Кочкодан О.Д., Герасименко О.О. ОСОБЛИВОСТІ АДСОРБЦІЙНОГО ВИЛУЧЕННЯ ІЗ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ БАРВНИКА МЕТИЛЕНОВОГО ГОЛУБОГО	151
Хмылко Л.И. ВОЛОКНИСТЫЕ СОРБЕНТЫ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ....	152
Бабкіна К.В., Мохонько В.І. ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИДОБУТКУ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ В УКРАЇНІ.....	155
Тітаренко В.О., Логунов О.М. ПРОВЕДЕННЯ БАГАТОФАКТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ КУЛЬКОГВИНТОВОГО МЕХАНІЗМУ	158
Тугай А.В., Логунов М.П.. МОДЕЛЮВАННЯ ЗНОСУ ШЛІФУВАЛЬНИКА НА ВЕРСТАТІ ШЛІФОВКИ ПЛАСТИН	160
Модестов В.Б., Яцюк А.В. ЗМІШУВАЧІ СИПКИХ І ПАСТОПОДІБНИХ МАТЕРІАЛІВ ..	163
Горемикін В.С., Чумак Ю.О., Москалик В.М.. ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО ОПОРУ КОРОТКОЇ ТРУБКИ.....	164
Підскальний В.С., Москалик В.М. ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО ОПОРУ ДІАФРАГМИ КОРОТКОЇ ТРУБКИ	165
Заруцкий Е.С., Тараненко Г.В.. ДОСЛІДЖЕННЯ НИЖНЬОЇ МЕЖІ РОБОТИ ТАРІЛОК ПРОВАЛЬНОГО ТИПУ	166
Дроздов В.О., Московкін І.В., Заруцький Є.С. РЕКОНСТРУКЦІЯ СТЕНДУ ГІДРАВЛІЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ З КОЛОНОЮ $D = 0,24$ м	168
Ситнік Б.В., Сергієнко О.В. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ГЛИБОКИХ ПОРОЖНИСТИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ.....	169

Подгорний М.А., Логунов О.М. МОДЕЛЮВАННЯ ДРІБНОМОДУЛЬНИХ ЗУБЧАТИХ ПЕРЕДАЧ	171
Пилипець Є.С. АНАЛІЗ ПРИЧИН РУЙНУВАНЬ ВУЗЛА «ВАЛ-КРИВОШИП» КОМПРЕСОРНОГО І НАСОСНОГО ОБЛАДНАННЯ	172
Ветряк Е.С. ИЗМЕНЕНИЕ УГЛА НАКЛОНА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА. ЗНАЧЕНИЕ УГЛА СКРЕЩИВАНИЯ	175
Кроль О.С., Кадаффи М.С., Великоцкий В.В. ЭЛЕМЕНТЫ ОПТИМАЛЬНОГО ПОИСКА КОНСТРУКТОРСКИХ РЕШЕНИЙ	178
Кроль О.С., Кадаффи М.С., Великоцкий В.В. ЭЛЕМЕНТЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА СПОСОБА СМАЗКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	181
Ткачёв Р. П., Мелконов Г. Л. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ВАЛОВ ЧАШЕЧНЫМИ РЕЗЦАМИ.....	184
Попов Д.О, Мелконов Г.Л. ВЫБОР СХЕМЫ РЕЗАНИЯ И ОРИЕНТАЦИИ ЧАШЕЧНОГО РЕЗЦА ПРИ ТОЧЕНИИ ВАЛОВ	187
Збитнев П.В.; Неженцев А.Б ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЧАСТОТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ТОРМОЖЕНИИ МОСТОВЫХ КРАНОВ, РАБОТАЮЩИХ В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	189
Архипов О.Г., Любимова-Зінченко О.В., Баскін В.В. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ДЕГРАДАЦІЯ СТАЛІ Х10CrNiTi18.9 НА НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВАХ.....	192
Архипов О.Г., Усов Д.І. , Любимова-Зінченко О.В. ДЕГРАДАЦІЯ МЕТАЛУ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ ЗА ТРИВАЛОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ	194
Курило И.И., Крышилович Е.В., Касач А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ МЕДИ ИЗ СЕРНОКИСЛЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ С ДОБАВКАМИ ПРЕДЕЛЬНЫХ АМИНОВ.....	196
Н.Н.-угли Хакімов ОЦІНКА ВПЛИВУ ВІБРАЦІЇ ТА КОРОЗІЇ НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ТРУБОПРОВОДІВ НАФТОХІМІЧНИХ ТА НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ	198
Степчук Я.І., , Кавун Д.Ю., Ткаченко М.К., Соколов В.І. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ КЕРУВАННЯ МАШИНОБУДІВНИМ ОБЛАДНАННЯМ З ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИМ ПРИВОДОМ.....	200
Степанова О.Г., Азаренко Н.Г., Соколов В.І. СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ОБЛАДНАННЯМ З ГІДРОПРИВОДОМ ОБЕРТАЛЬНОГО РУХУ	203
Пустоветов М.Ю. О ВЫБОРЕ ПРИБЛИЖЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ЗВЕНА ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ	206
Улитин А.А., Пустоветов М.Ю.. ПРОГРАММА РАСЧЁТА ПАРАМЕТРОВ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ	208
Гулаков Д.Г., Кузнецова О.В. ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПІДГРІВАЧЕМ КАРСОЛУ НА БАЗІ SCADA-СИСТЕМИ TRACE MODE.....	211
Шевченко Н.Ю., Фетисова О.Н. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ.....	213
Макаров Д.С., Самойлова Ж.Г ИССЛЕДОВАНИЕ АППРОКСИМАЦИИ СТЕПЕННЫХ ФУНКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ANFIS-РЕДАКТОРА МАТЛАВ.....	216
Колесник А.А.. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СЕТИ ХОПФИЛДА	217
Куценко О. І. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ, ПОСТРОЕНИЯ И ОБУЧЕНИЯ РАДИАЛЬНО-БАЗИСНЫХ СЕТЕЙ.	219
Мамедов Ф.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСТРОЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ МНОГОСЛОЙНОГО ПЕРЦЕПТРОНА	221
Коротенко Д.В. СЕТИ КОХОНЕНА	223

Жевжик В.С. ПРОБЛЕМА ОХРАННОЙ ИНФОРМАЦИИ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ	225
Белущенко В. М., ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ СОЗДАНИЯ КВАНТОВЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ.....	227
Бондаренко А.С. ПРОБЛЕМЫ ВЫВОДА ДИНАМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЛОКАЛЬНЫХ ЗАДАЧАХ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ	228
Клюткина О.С., Тюннер И.С. ТРЕХМЕРНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ – НОВЫЙ УРОВЕНЬ УПАКОВКИ КРИСТАЛЛА.....	230
Бірючков А.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИСТРОЮ ЗВ’ЯЗКУ З ПУЛЬТОМ УПРАВЛІННЯ.....	233
Хишев В.О., Деркач М.В. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ВЕНДОРІВ CALL-ЦЕНТРІВ ТА РОЗРОБКА МОДУЛЮ ПІДКЛЮЧЕННЯ ЗОВНІШНІХ SIP-НОМЕРІВ.....	233
Дранішников С.В. МІКРОКОНТРОЛЕРНІ ЗАСОБИ КОМПЛЕКСНОГО ТЕСТУВАННЯ БЕЗПЕКИ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЬНИХ СИГНАЛІЗАЦІЙ.....	235
Колесник С.Є., Цололо С.О.. АЛГОРИТМ ФУНКЦІОНУВАННЯ МОДУЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЗВУКОВОГО МОВЛЕННЯ З МЕРЕЖЕВИМ ДОСТУПОМ.....	236
Акбаров О.В., Міщенко Ю.Г. РОЗРОБКА МОДЕЛІ КОМП’ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ УНІВЕРСИТЕТУ	239
Кисляк О.І., Цололо С.О. РОЗРОБКА АНАЛІЗАТОРУ ТРАФІКУ З ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМУ НЕЧІТКОГО ПОШУКУ	240
Радченко М.Ю., Карпач А.М., Радченко С.Л. СОЗДАНИЕ ПРИКЛАДНОЙ ПРОГРАММЫ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН.	242
Іванілова А.В., Іванов В.Г. ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНОГО WEB-ДОДАТКА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ КРИПТОГРАФІЇ	243
Баліна Є.Р., Іванов В.Г.. РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ ОБЛІКУ ОСОБИСТИХ ФІНАНСІВ	245
Гузеев А.М., Лифар В.О УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ИНФОРМАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ.	247
Дікунова М.С., Іванов В.Г РОЗРОБКА БІЗНЕС-ПОМІЧНИКА НА БАЗІ ANDROID..	249
Безбожний В.С., Цололо С.О.. СИСТЕМА ОБЛІКУ ВИКОРИСТАННЯ АУДИТОРІЙ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ NFC	251
Капорін Р. М., Коган А. В. ОРГАНІЗАЦІЯ БАГАТОШЛЯХОВОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ В КОМП’ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ.....	253
Харківський М.А., Барбарук В.М. МІКРОКОНТРОЛЕРНА СИСТЕМА З КОНТРОЛЮ ЗОВНІШНІХ ПОКАЗНИКІВ СЕРЕДОВИЩ	255
Сафонова Є.О., Сафонова С.О. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОГО ВПЛИВУ НА ЛЮДЕЙ ВРАЖАЮЧИХ ЧИННИКІВ АВАРІЙ НА НЕБЕЗПЕЧНИХ ВИРОБНИЦТВАХ	255
Антошак А.Д. ФОРМИРОВАНИЕ ЗОН ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПРИ ТРАССИРОВКЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ	257
Антошак А.Д. УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ С ТЮНЕРОМ, ЧАСАМИ И БУДИЛЬНИКОМ КАК ПРИСТАВКА К КОМПЬЮТЕРУ	258
Бондар О. ПРО ОДИН АЛГОРИТМ РОЗМІЩЕННЯ РІЗНОГАБАРИТНИХ КОМПОНЕНТІВ НА ДРУКОВАНИХ ПЛАТАХ	259
Бондарь А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА СИЛОВЫХ ФУНКЦИЙ ПРИ ИТЕРАЦИОННОМ РАЗМЕЩЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ НА МОНТАЖНОМ ПРОСТРАНСТВЕ.....	260
Левина Т.О., Шумова Л.А.. ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ КАДРОВОГО УЧЁТА КОММУНАЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	260
Шведчикова И.А., Никитченко И.В. ОБЗОР МЕТОДОВ РАСЧЕТА МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ, СОЗДАВАЕМЫХ ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ.	262

Серебряк К.І. ВПЛИВ ІНФОРМАЦІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК РЕГІОНІВ	265
Гринюк І.М. МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО КЛАСИФІКАЦІЇ ДЕБІТОРСЬКОЇ ЗАБОРГОВАНOSTІ	267
Заблудська І.В., Сасенко П.О. АНКЕТУВАННЯ, ЯК ТЕХНОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ АНАЛІЗУ ПРОБЛЕМ РОЗВИТКУ ОБ'ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД НА СХОДІ УКРАЇНИ	270
Шляхова Т. В. "КЛІПОВА СВІДОМІСТЬ" І КРЕАТИВНА ЕКОНОМІКА	272
Сухарева Т. В. УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ В СУЧАСНИХ УМОВАХ.....	274
Семененко І.М., Галгаш Р.А. КООРДИНАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ, ОРГАНІЗАЦІЙ, УСТАНОВ ЗАДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНУ	276
Сошникова А.С., Ткаченко Н.Э. О ПРОБЛЕМЕ НЕПЛАТЕЖЕЙ КЛИЕНТОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СФЕРЫ РЕСТОРАННОГО ХОЗЯЙСТВА.	278
Піддубна К.О., Швець Н.В. СУТНІСТЬ ОЦІНКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА	280
Христенко Л.М, Давиденко В.А СУЧАСНІ НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЗБУТОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ПІДПРИЄМСТВІ	283
Шаріпова О.С., Шаріпова А.Г АУТСТАФІНГ – ІНСТРУМЕНТ ОПТИМІЗАЦІЇ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ В СИСТЕМІ МЕНЕДЖМЕНТУ ПЕРСОНАЛУ	285
Беленец Т. А., Ткаченко Н.Э. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ФИТНЕС- ИНДУСТРИИ.....	289
Чорна О. Ю., Чорний В. О. ЕКОНОМІЧНА БЕЗПЕКА ІНТЕГРОВАНИХ ПРОМИСЛОВИХ СТРУКТУР	291

**ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ
ВІТЧИЗНЯНИХ ВИРОБНИЦТВ АДІПІНОВОЇ КИСЛОТИ**

Ляшенко Д.В., Кравченко І.В., к.т.н., доц.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

У 2010 році глобальне виробництво адипінової кислоти склало понад 2,8 млн т, серед світових лідерів-виробників є США, Бразилія, Канада, Китай, Франція, Німеччина, Італія, Японія, Корея, Сінгапур, Україна, та Великобританія. Основний промисловий спосіб отримання адипінової кислоти – окиснення суміші циклогексанолу та циклогексанону нітратною кислотою з утворенням нітрозних газів, які містять й закис азоту у досить великих кількостях (по різних оцінках 250-350 кг на тону адипінової кислоти), тобто щороку в атмосферу Землі потрапляє близько 840 тис. т N_2O лише від виробників адипінової кислоти, в тому числі понад 20 тис. т від українських підприємств (за умови їх роботи на повну потужність). Концентрація N_2O в атмосфері становить ~ 310 ppbv ($0,6$ мг/м³), що на 1-2 порядки вище, ніж концентрація NO та NO_2 . Ця величина постійно зростає на 0,2-0,3% щороку та прогнозується на рівні 340-350 ppbv в 2020 році [1].

Вміст закису азоту N_2O як парникового та озонруйнуючого агента у скидних газах в Україні наразі не нормується, але все жорсткішим стає державне регулювання щодо обмеження рівня шкідливих викидів в Європі, тож аналогічних тенденцій слід очікувати найближчим часом і в нашій країні.

Наразі утворений закис азоту на більшості виробництв піддають термічному розкладанню у складі скидних газів ($\sim 21,5\%$ мас. N_2O , $4,2\%$ CO_2 , інше - N_2 , O_2 , H_2O , NO) в полум'ї горіння метаноповітряної суміші, що супроводжується викидами в атмосферу інших парникових газів - CO_2 , CH_4 , CO , NO_x , H_2O ; або спрямовують на каталітичне відновленню аміаком до N_2 , що є нераціональним з технологічної точки зору, оскільки підвищується собівартість цільових продуктів.

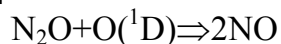
При скороченні шкідливих викидів в першу чергу розглядається можливість зменшення їх кількості в місці утворення, але в реакціях за участю нітратної кислоти як окисника це зробити вкрай важко, а інші відомі окисники не знайшли промислового застосування. Тому доцільним було б застосувати процеси утилізації і рекуперації відкидного газу, які мають дуже велике значення в справі інженерного захисту навколишнього середовища і є важливою ланкою при створенні ресурсозберігаючих технологій.

Під тиском до 8 МПа і температурі 303К у сепараторі скидний газ розділиться на рідинний потік, який міститиме до 95% вилучених N_2O , CO_2 й H_2O , та газовий потік з рештою складових. При дроселюванні до 1-3 МПа з рідинного потоку видалиться чистий газоподібний N_2O , який можна використовувати в медицині, в харчовій промисловості, у двигунах внутрішнього згоряння тощо. Аналогічним дроселюванням можна отримати чистий CO_2 для потреб відповідних споживачів (харчова, хімічна, нафтохімічна, фармацевтична промисловості, металургія, машинобудування, медицина та сільське господарство тощо).

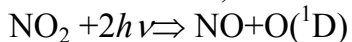
Такий підхід вирішує проблему скорочення емісії парникових газів на локальному, регіональному рівні, що ж до глобального масштабу – питання залишається відкритим.

Є відомості ісландських науковців, які в рамках проекту Carbfix, закачали 5000 т водного розчину CO_2 у базальтову породу на глибину 500 м, тампонували свердловину та за два роки отримали тверді карбонати [2]. Досвід цікавий, але досить коштовний, крім того базальтових родовищ в Україні мало (Рівненська, Волинська області) і вони мають більш затребуване використання для виробництва безперервного базальтового волокна та облицювального каміння.

Більш привабливим представляється спосіб фотохімічного перетворення закису азоту у солетворний оксид NO [3]



з метою повернення його в цикл регенерації нітратної кислоти з нітрозного газу у виробництві адипінової кислоти. Джерелом синглетного атому $\text{O}(^1\text{D})$ виступає диоксид азоту у сумарній реакції фотолізу (двохфотонного поглинання при опроміненні ртутною лампою з $\lambda=230\div 454$ нм):



В початковий період організації процесу опромінення N_2O диоксид азоту можна відбирати з трубопроводу перед абсорбційною колоною. Необхідно витримати мольне співвідношення $\text{NO}_2:\text{N}_2\text{O}:\text{O}_2=1:1:1$, тому суміш реагентів варто готувати окремо, кисень береться з повітря. Результати розрахунку матеріального балансу опромінення суміші наведений в таблиці.

Матеріальний баланс фотоокиснення N_2O та доокиснення NO до NO_2

Прихід	кмоль	м ³	кг	%об.	Витрата	кмоль	м ³	кг	%об.
1) NO_2	28,39	636	1306,03	14,77	1) NO_2	61,34	1374,11	2821,64	34,36
2) N_2O	28,39	636	1249,25	14,77	2) O_2	9,66	216,29	309,12	5,41
3) O_2	28,39	636	908,54	14,77	3) N_2	106,25	2380	2975,00	59,52
4) N_2	105,83	2370,6	2963,24	55,03	4) Ar	1,26	28,3	50,46	0,71
5) Ar	1,26	28,3	50,46	0,66					
Разом	192,27	4306,9	6477,53	100	Разом	178,51	3998,7	6156,22	100

Видно, що додатково може бути отримано NO_2

$$2821,64 - 1306,03 = 1515,61 \text{ кг/годину}$$

$$\text{або } 1,5156 \cdot 8000 = 12124,9 \text{ т/рік,}$$

(де 8000 – річний фонд робочого часу виробництва, годин), що у розрахунку на HNO_3 (100%-ву) становить

$$12124,9 \cdot 63 / 46 = 16605,8 \text{ т/рік.}$$

Це зменшить витрати свіжої нітратної кислоти на окиснення анолону та знизить собівартість цільових продуктів – адипінової кислоти й нижчих дикарбонових кислот.

Таким чином, може бути вирішене питання зменшення собівартості адипінової кислоти з одночасним скороченням рівнів емісії шкідливих речовин (N_2O , CO_2), що надасть еколого-економічної привабливості вітчизняним виробництвам та конкурентоспроможності на світовому ринку.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Mosier A., Kroeze C. Potential impact on the global atmospheric N_2O budget of the increased nitrogen input required to meet future global food demands // *Chemosphere - Global Change Science*, 2000. - Volume 2, Issues 3–4. - P.465–473.
2. <https://www.or.is/english/carbfix-project>
3. Патент України 61817 Спосіб отримання оксидів азоту. Кравченко І.В., Дишловий В.І., Босов О.А., Саломахіна С.О. Патентовласник СНУ ім.В.Даля. Заявл. 11.02.2011. Опубл. 25.07.2011, бюл.№14.

ПЕРЕРАБОТКА СЕРОСОДЕРЖАЩЕГО ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА НА МОДИФИЦІРОВАННИХ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРАХ

Туктин Б.Т., Шаповалова Л.Б., Кубашева А.Ж., Егизбаева Р.И.

Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В Сокольского

Эффективная переработка природного и попутного нефтяного газов остается одной из давних проблем в катализе. В последние годы рассматриваются различные маршруты, как прямые, так и косвенные конверсии природного и попутного

нефтяного газов в продукты нефтехимического синтеза. Природный и попутный нефтяной газы (ПНГ) будут приобретать все большее значение в качестве источника сырья для нефтехимического синтеза.

В данной работе представлены результаты исследования процесса переработки серосодержащего попутного нефтяного газа на цеолитсодержащих катализаторах, модифицированных металлами переменной валентности. Исследовано влияние природы компонентов активной фазы катализатора и условий проведения процесса на конверсию ПНГ и состав образующихся соединений.

Приготовление модифицированных цеолитсодержащих катализаторов осуществляли методом пропитки смеси цеолита и гидроксида алюминия водными растворами солей модифицирующих металлов. После формования проводилась сушка при 150°C и прокаливание при 550°C. Исследование каталитической активности осуществляли в проточных установках со стационарным слоем катализатора. Катализаторы испытывали в процессе переработки попутного нефтяного газа при варьировании температуры реакции в интервале 450-750°C и объемной скорости подачи 100-300 ч⁻¹. Состав исходного сырья и продуктов реакций определяли хроматографическим методом.

При переработке попутного нефтяного газа на синтезированных катализаторах образуются газообразные и жидкие продукты. В жидкой фазе обнаружены ароматические соединения (бензол, толуол, этилбензол, ксилолы, нафталин, фенантрен), а в газовой фазе содержатся C₁-C₄ углеводороды.

При переработке попутного нефтяного газа на катализаторе КПМ-14 при объемной скорости 200 ч⁻¹ с ростом температуры от 450 до 600°C наблюдается увеличение степени конверсии по C₃ с 95,7 до 100%. С повышением температуры наблюдается рост выхода бензола с 13,6% (450°C) до 20,1% (600°C), содержание толуола возрастает с 25,5% (450°C) до 32,7% (550°C), а при 600°C понижается до 30,9%. Выход этилбензола с ростом температуры уменьшается от 38,7 до 15,1%. При повышении температуры наблюдается крекинг алканов с образованием метана и этана: от 15,1 до 38,1% и от 18,8 до 29,3% соответственно. Помимо метана и этана, образуется этилен (2,7-13,5%). После переработки ПНГ при 450-550°C серосодержащие соединения не обнаружены.

При исследовании влияния объемной скорости подачи сырья на активность катализатора КПМ-14 в процессе переработки серосодержащего попутного газа при 550°C установлено, что при объемной скорости подачи сырья 100 - 300ч⁻¹ конверсия по C₃ составляет 100 - 97,3%.

Выход бензола при V=100ч⁻¹ равен 34,9%, а при V=300ч⁻¹ – 21,3%. В этих условиях выход толуола растет от 23,6 до 38,0%, этилбензола – от 2,5 до 8,2%. Выход ксилола практически не зависит от скорости подачи сырья и колеблется в пределах 0,5-1,3%. С увеличением объемной скорости подачи попутного газа несколько снижается доля крекинговых процессов, серосодержащие соединения не обнаружены.

При переработке ПНГ на катализаторе КПМ-19 при 200 ч⁻¹ и с увеличением температуры от 450 до 750°C конверсия по C₃ повышается от 92,6 до 100%. В интервале 450-750°C выход толуола значительно выше, чем бензола. Выход толуола в этих условиях составляет 24,6-82,3%, а бензола - 0,3 - 16,9%. Содержание ксилола в жидком катализате не превышает 0,8% (при 550°C). Выход этилбензола увеличивается с ростом температуры в интервале 450-550°C от 28,7 до 37,7%, при дальнейшем повышении температуры опыта этилбензол практически не образуется. Содержание нафталина в катализате в интервале 450-750°C меняется экстремально: максимальное количество нафталина 36,4% образуется при 600°C. Выход

фенантрена снижается от 15,7 до 2,0% при изменении температуры опыта от 450 до 550°C. При более высоких температурах опыта фенантрен не образуется.

С увеличением температуры процесса усиливается крекинг с образованием C_1 - C_2 углеводородов. При переработке попутного нефтяного газа на катализаторе КПМ-19 снижается количество серосодержащих соединений: карбонилсульфида от 0,259 до 0,095 мг/м³, сероводорода от 1,256 до 1,130 мг/м³, метилмеркаптан не обнаружен.

Изучено влияние объемной скорости подачи сырья на активность и селективность катализатора КПМ-19 в процессе переработки ПНГ. Так, при 550°C и объемной скорости подачи сырья 100 ч⁻¹ конверсия по C_3 составляет 100%. С увеличением объемной скорости подачи сырья до 400 ч⁻¹ конверсия понижается до 96,9%. Качественный и количественный состав жидкого катализата существенно зависит от объемной скорости подачи сырья. Выход бензола растет с увеличением скорости подачи сырья в интервале 100-400 ч⁻¹ от 17,4 до 21,7-20,2%, при одновременном снижении выхода толуола от 59,8 до 41,6%. Выход этилбензола максимален при объемной скорости 200 ч⁻¹ и составляет 37,6%, выход нафталина растет от 16,1 до 22,1% в интервале $V=100-300$ ч⁻¹ и понижается до 17,4 % при $V=400$ ч⁻¹.

При переработке попутного нефтяного газа на КПМ-20 при 200 ч⁻¹ степень конверсии по C_3 в интервале 450 - 750°C равна 100%. При варьировании температуры в интервале 450-750°C выход толуола растет от 22,7 (450°C) до 41,5% при 500°C, затем снижается до 0,8% (750°C). Количество этилбензола при 450-500°C практически одинаково - 21,6-21,8%. При более высоких температурах выход его резко снижается. Содержание бензола и ксилола в катализате невелико и равно 0,2-9,8% и 5,8-7,1% соответственно. В этих условиях в продуктах реакции преобладают нафталин и фенантрен, при 450°C их содержание в катализате составляет 38,1%, при 750°C – 99,2%.

При проведении неокислительной конверсии попутного нефтяного газа на катализаторе КПМ-20 количество серосодержащих соединений по сравнению с исходным газом понижается. Например, при 550°C уменьшается содержание карбонилсульфида от 0,478 до 0,011 мг/м³, метилмеркаптан не обнаружен.

При переработке попутного нефтяного газа на катализаторе КПМ-20 при 550°C и объемной скорости подачи сырья 100 ч⁻¹ конверсия C_3 составляет 100%. С увеличением объемной скорости до 300 ч⁻¹ конверсия несколько понижается и составляет 94,9 %. В этих условиях выход бензола, этилбензола и ксилола очень низкий и составляет 0,2-3,8%, 1,0-2,5% и 0,6% соответственно. Выходы толуола и этилбензола значительно выше. С ростом объемной скорости подачи сырья в интервале 100-300 ч⁻¹ выход толуола уменьшается от 44,1 до 6,0%. Выход ксилола колеблется в пределах 2,2- 4,2%. С ростом объемной скорости от 100 до 300 ч⁻¹ существенно увеличивается суммарное количество образующихся нафталина и фенантрена от 55,9 до 86,8%.

С ростом объемной скорости уменьшается крекинг углеводородов. В этих условиях содержание карбонилсульфида уменьшается от 0,069 исходном сырье до 0,012 мг/м³, метилмеркаптан в образующихся продуктах не обнаружен.

Согласно данным электронной микроскопии, термопрограммированной десорбции аммиака, рентгенофазового анализа на поверхности катализаторов КПМ существуют активные центры, в состав которых входят металлы-компоненты активной фазы, и льюисовские и бренстедовские кислотные центры. Частицы активной фазы на поверхности катализаторов КПМ являются высокодисперсными. Металлы активной фазы находятся преимущественно в окисленном состоянии, образуя на поверхности кластеры-ассоциаты, дисперсность, структура и состояние которых определяется природой компонентов катализатора.

Разработаны новые модифицированные эффективные катализаторы и технологии переработки серосодержащего попутного нефтяного газа в ароматические углеводороды. Катализаторы позволяют одновременно проводить глубокую сероочистку и получать ароматические углеводороды. В продуктах переработки попутного нефтяного газа на катализаторах КИМ серосодержащие соединения отсутствуют.

CATALYTIC CONVERSION OF BIOETHANOL INTO AROMATIC HYDROCARBONS

Yergaziyeva G.Y.¹., Dossumov K.²., Churina D.H.²., Tayrabekova S. Zh.²

¹Institute of Combustion Problems

²Al-Farabi Kazakh National University, Centre of Physical and Chemical Methods of Investigation & Analysis

Currently, due to the increasing global consumption of fossil fuels and the reduction of oil reserves being active search replacing conventional hydrocarbons. Use of alternative raw materials for the production of chemical products and synthetic hydrocarbon fuels will decrease their dependence on oil and reduce emissions of harmful substances into the environment [1]. One of the available alternative sources of raw material is biomass, a major transformation in the traditional way which is its fermentation into bioethanol. By catalytic methods of bioethanol conversion it's available to produce aromatic and aliphatic hydrocarbons of various structures [2,3]. This process is similar to the process of methanol conversion MTG (methanol - to-gasoline) known as ETG (ethanol-to-gasoline) [4].

In this paper we tried to evaluate the possibility of the production of olefins and aromatics from bioethanol - one of the most promising alternative raw material sources. In this regard, the following are the results of the aromatic hydrocarbon production from ethanol over various catalysts. The results of the study found that the most active catalyst for the conversion of ethanol to hydrocarbons of gasoline range are the catalysts from oxides of copper, zirconium and zinc on the carriers γ - Al_2O_3 and SiO_2 . It is shown that by varying the composition of these catalysts and conditions for carrying out the process can be selectively synthesized hydrocarbons of various grades - from olefins to aromatic hydrocarbons.

Studies of the catalytic conversion of ethanol were carried out on an automated flow installation. We used the catalysts of the following composition: $\text{CuO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$; CuO/SiO_2 ; $\text{ZnO} / \gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$; ZnO/SiO_2 ; $\text{ZrO}_2 / \gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$; $\text{ZrO}_2/\text{SiO}_2$; temperature range study was 50-350°C. The space velocity of the liquid varied between 0.5-60 h^{-1} . Ethanol via syringe pump fed into the evaporation zone of the reactor and into the catalyst bed. The reaction products are entering the condenser with water cooling, forms a liquid phase is aqueous and hydrocarbon fractions were collected in the receiver. The hydrocarbon fraction was separated from the aqueous in a separate funnel. The gas phase leaving the reactor is passed to the chromatographic analysis in the on-line mode (Chromos GC-1000). The feedstock used 95% ethanol. The best yields of liquid and gaseous products of bioethanol conversion observed at process temperatures of 250-300° C and a space velocity of 60 hr^{-1} .

The table shows the results of the effect of catalysts nature on the yield of the desired products at a temperature of 250-300°C. The table shows that with the process temperature increasing yield of liquid hydrocarbons (xylene, toluene, ethylbenzene, benzene) decreases, while the yield of gaseous products (hydrogen, methane, ethylene, propane, butane, and propylene) increases.

The highest yield of xylene (26.5 vol.%) is observed over the catalyst 1% $\text{ZrO}_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$; ethylbenzene (19.03 vol.%) - over 1% $\text{ZnO} / \text{SiO}_2$ at 250°C and the maximum yield of the gaseous products of ethylene (57.8 vol.%) is achieved using catalyst 1% ZnO/SiO_2 ,

hydrogen (about 25.1 %) over 1% CuO/ γ -Al₂O₃ at 300°C. It should be noted that other products formed in minor amounts (up to 1 vol.%).

Table 1. Effect of catalyst nature 1%ZnO/ γ -Al₂O₃; 1%CuO/ γ -Al₂O₃; 1% ZrO₂ / γ -Al₂O₃ on the conversion of bioethanol at 250-300°C and a space velocity of 60 hr⁻¹

Catalysts	Products of reaction	Concentration, vol. % at 250°C	Concentration, vol. % at 300°C	Catalysts	Products of reaction	Concentration, vol. % at 250°C	Concentration, vol. % at 300°C
1% ZnO/ γ -Al ₂ O ₃	H ₂	-	17.04	1% ZnO/SiO ₂	H ₂	0,8	2,9
	C ₂ H ₄	4.1	9.55		C ₂ H ₄	39,17	57,8
	methane	0,58	1,0		methane	0,6	0,65
	C ₄	-	-		C ₄	0,1	0,8
	m- xylene	12.6	-		Ethyl benzene	19,03	18,12
	p- xylene	12,1	-		toluene	0,4	0,5
	toluene	-	0,2		benzene	0,2	0,3
	benzene	0,8	0,9				
1% CuO/ γ -Al ₂ O ₃	H ₂	13.2	25.1	1% CuO/SiO ₂	H ₂	0,6	1,36
	C ₂ H ₄	4.37	11.4		C ₂ H ₄	39,9	55,9
	methane	0,64	0,79		methane	-	-
	C ₄	0,14	0,16		C ₄	0,13	0,15
	m- xylene	19.6	0.1		toluene	0,3	0,1
	toluene	0,2	0,27		benzene	0,2	0,1
	benzene	0,8	1,0		m- xylene	20,07	18,53
	H ₂	-	0.65				
1% ZrO ₂ / γ -Al ₂ O ₃	C ₂ H ₄	6.33	17.5				
	methane	-	0,4				
	C ₄	0,1	0,2				
	m- xylene	26.5	0.57				
	toluene	0,1	0,16				
	benzene	0,59	-				

Thus the yield of aromatic and gas hydrocarbons depends on the catalyst composition and on the technological conditions of the process. The highest yield of aromatic hydrocarbons is observed at 250°C, and gaseous hydrocarbons at 300°C.

The optimal catalyst under reaction conditions Tr = 250°C, W = 60 hr⁻¹ in the conversion of bioethanol to obtain aromatic hydrocarbons proved to be 1% ZrO₂/ γ -Al₂O₃. The maximum output of xylene was 26.5 vol. %. The best catalyst for producing ethylene among the studied catalysts is 1% ZnO/SiO₂, where the yield of C₂H₄ is about 57.8. % at 300°C. The highest yield of hydrogen (25.1 vol.%) is observed over 1% CuO/ γ -Al₂O₃ catalyst.

References

1. Kanichiro Inui, Toru Kurabayashi, Satoshi Sato // Journal of Molecular Catalysis A: Chemical. – 2002. – Vol. 237. – P. 53–61
2. Yeletsky P., Larichev Yu., Iost K., Lebedeva M., Yakovlev V.A., Parmon V., Yazykov N. // XX International conference Chemical Reactors CHEMREACTOR-20, Luxemburg, December 3-7. – 2012. – P. 126-127
3. Tretyakov V.F., Makarfi Y.I., Talyshinsky R.M., Frantsuzova N.A., Torhovskiy V.N., Antoniuk S.N., Tretyakov K.V. // Vestnik MITHT 5. – 2010. - №4. – P.77-86.
4. Patent RU2454388-C1 V.F. Tretyakov, R.M. Talyshinskii, N.A. Frantsuzova, K.V. Tretyakov. Patent Assignee Name(s) and Code(s): Univ. Mosc. Agirc. Eng. (UYMO-Soviet Institute) Derwent Primary Accession Number: 2012 - H45974.

ПАРОКИСЛОРОДНАЯ КОНВЕРСИЯ МЕТАНА В СИНТЕЗ-ГАЗ И ВОДОРОД

Мылтыкбаева Л.К.^{1*}, Ергазиева Г.Е.¹, Досумов К.², Тулибаев Е.М.¹

¹ РГП «Институт проблем горения», Казахстан, г. Алматы

² Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Центр физико-химических методов исследования и анализа

В настоящее время в мире большая часть производимого в промышленном масштабе водорода и синтез-газа ($\text{CO} + \text{H}_2$) получается в процессе паровой и парокислородной конверсии метана. Для отделения водорода от углеродной основы в метане, которое происходит в химических паровых реформерах на каталитических поверхностях, требуются температура - $750-850^\circ\text{C}$ [1]. Полученный таким путем водород применяется в качестве реагента для очистки нефти, для производства аммиака, как экологически чистое моторное топливо, а также для ракетной техники [2,3].

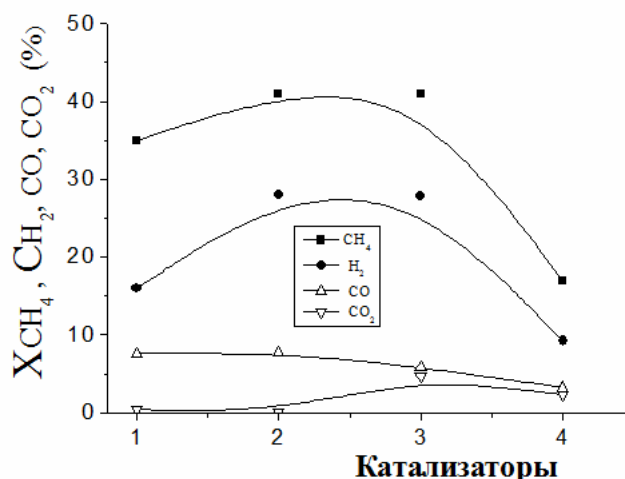
Синтез-газ представляет собой сырье для получения оксигенатов (метанола, диметилового эфира и др.) и находит применение в качестве восстановителя в металлургических процессах, а также для получения жидких и твердых углеводородов по методу Фишера-Тропша [4].

В настоящей работе был исследован никель-молибденсодержащий катализатор в процессе паровой и парокислородной конверсии метана.

Эксперименты по испытанию эффективности работы катализаторов проводили на автоматизированной проточной каталитической установке (ПКУ -1). Продукты реакции идентифицировали хроматографически на приборе "ХРОМОС ГХ-1000".

На начальном этапе модифицированный оксидами (Mo, Zr и La) $\text{NiO} / \gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ катализатор был исследован в реакции паровой конверсии метана в интервале температур $600-850^\circ\text{C}$. На рисунке представлены результаты, полученные при оптимальных технологических условиях процесса: соотношение $\text{CH}_4:\text{H}_2\text{O}=1:1$, $T_p=850^\circ\text{C}$ и объемной скорости реакции равной 1000 ч^{-1} .

Как видно из рисунка, при паровой конверсии метана меняется характер влияния промотирующих добавок на активность $3\% \text{NiO} / \text{Al}_2\text{O}_3$ катализатора. При добавлении оксида циркония снижается активность никелевого катализатора, конверсия метана уменьшается от 35 до 17 %. Наибольшая конверсия метана (41%) достигается при добавлении оксида молибдена в состав $3\% \text{NiO} / \text{Al}_2\text{O}_3$ катализатора, при этом в продуктах реакции наблюдается и наибольшая концентрация H_2 (28 об.%), концентрация CO составляет 6 об.%. Соотношение полученного синтез-газа достигает $\text{H}_2:\text{CO}=4:1$.



1 - 3%NiO/Al₂O₃; 2- 3%NiO-2%La₂O₃/Al₂O₃; 3 - 3%NiO-2%MoO₃/Al₂O₃; 4 - 3%NiO-2%ZrO₂/Al₂O₃

Рисунок – Активність каталізаторів в реакції парової конверсії метана

Результати ТПВ і СЕМ показали, що додавання оксиду молибдена сприяє зародженню нових активних центрів (MoO₃↔MoO₂) і полегшує проходження окислювально – відновительних процесів в ході реакції углекислотної конверсії метана.

Далі вивчено вплив вмісту молибдена в складі 3%NiO - MoO₃ /Al₂O₃ каталізатора на його активність в реакції парової конверсії метана. В таблиці 1 представлені результати, отримані при температурі реакції 850°C і об'ємній швидкості 1000 ч⁻¹.

З таблиці 1 видно, що з збільшенням вмісту оксиду молибдена від 0.5 мас. % до 3 мас.% в складі NiO - MoO₃ /Al₂O₃ каталізатора вихід цільових продуктів проходить через максимум при вмісті молибдена 1 мас. %.

Таблиця 1 - Вплив вмісту оксиду молибдена на активність нікельсодержащого каталізатора в процесі парової конверсії метана (CH₄ : H₂O= 1:1).

Каталізатори, нанесені на Al ₂ O ₃	X _{CH₄} , %	C _{H₂} , об.%	C _{CO} , об.%
3 % NiO - 0.5 % MoO ₃	38	30	13
3 % NiO - 1 % MoO ₃	92	70	23
3 % NiO - 2 % MoO ₃	41	28	6
3 % NiO - 3 % MoO ₃	44	31	5

На 3%NiO - 1% MoO₃ /Al₂O₃ каталізаторі при паровій конверсії метана концентрація водню збільшується до 70 об. %, також утворюється 23 об. % оксиду вуглецю (II), при цьому конверсія метана досягає значення 92 %.

Далі для підвищення конверсії метана досліджено парокислородне превращення метана в синтез-газ. Вивчено вплив співвідношення реакційної суміші (CH₄ : H₂O : O₂) на активність 3%NiO - 1%MoO₃/Al₂O₃ каталізатора при оптимальних умовах реакції: T = 850°C, W = 1000 ч⁻¹. В таблиці 2 наведені дані по впливу співвідношення CH₄: H₂O : O₂ на процес парокислородної конверсії метана на 3%Ni - 1%Mo/γ-Al₂O₃ каталізаторі.

Таблица 2 - Влияние соотношения $\text{CH}_4:\text{H}_2\text{O}:\text{O}_2$ в исходной реакционной смеси на направление процесса

Концентрация $\text{CH}_4:\text{H}_2\text{O}:\text{O}_2, \%$	Соотношение $\text{CH}_4:\text{H}_2\text{O}:\text{O}_2$	$X_{\text{CH}_4}, \%$	$C_{\text{H}_2}, \%$	$C_{\text{CO}}, \%$
40.0% : 40.0% : 20.0%	1 : 1 : 0.5	99	66	31
33.3% : 33.3% : 33.3%	1 : 1 : 1	99	61	32
28.7% : 28.7% : 42.8%	1 : 1 : 1.5	99	51	19
25.0% : 25.0% : 50.0%	1 : 1 : 2	94	18	5.5
57.1% : 28.5% : 14.4%	2: 1:0.5	99	78	28
50.0% : 25.0% : 25.0%	2: 1:1	99	72	31
40.0% : 20.0% : 40.0%	2: 1:2	100	70	34

Результаты влияния соотношения реагентов (метан : пары воды : кислород) в парокислородной конверсии метана показали, что с увеличением содержания кислорода от 20 до 50 об.% в составе исходной реакционной смеси (ИРС) идет снижение концентрации водорода в продуктах реакции от 66 до 18 об.% и оксида углерода от 31 до 5.5 об.%. Также наблюдается понижение конверсии метана от 99% до 94%.

Увеличение содержания метана до 57.1 % и снижение содержания кислорода до 14.4 % в ИРС приводит к повышению выхода водорода до 78%, при этом соотношение $\text{H}_2/\text{CO} = 2.8$. Повышение содержания метана и кислорода в ИРС до 40% ($\text{CH}_4 : \text{H}_2\text{O} : \text{O}_2 = 2: 1 : 2$) привело к 100% конверсии метана; соотношение образовавшегося синтез газа составило $\text{H}_2/\text{CO} = 2$.

Таким образом, для процесса паровой конверсии метана усовершенствован состав оксидного 3% $\text{NiO} / \text{Al}_2\text{O}_3$ катализатора путем введения промотирующей добавки (MoO_3). Определено оптимальное содержание промотирующей добавки оксида молибдена (1 мас.%) в составе полиоксидного 3 % $\text{NiO} - 1 \%$ $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ катализатора, где паровая конверсия метана составляет 92% выход $\text{H}_2 - 70$ об. %, $\text{CO} - 23$ об. %.

Исследование в процессе парокислородной конверсии метана влияния соотношения исходных реагентов на каталитическую активность 3 % $\text{NiO} - 1 \%$ $\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ показало, что оптимальным соотношением $\text{CH}_4 : \text{H}_2\text{O} : \text{O}_2$ является 2 : 1 : 0.5, соответственно. При этом концентрация образовавшегося водорода достигает 78%, а оксида углерода – 28%.

Установлено, что варьируя соотношение исходных реагентов в комбинированных смесях можно получать синтез-газ с разным соотношением H_2 к CO .

Литература

1. Ji Yaying, Li Wenzhao, Chen Yanxin. Partial oxidation of methane with air or O_2 and steam to synthesis gas over a Ni-based catalyst //Journal of Natural Gas Chemistry. - 2000. – Vol. 4. – P. 291-303
2. Andrea Alvarez M., Miguel Angel Centeno., Jose Antonio Odriozola. Ru–Ni Catalyst in the Combined Dry-Steam Reforming of Methane: The Importance in the Metal Order Addition // Top Catal. – 2016. – Vol.59. – P. 303–313
3. Laprune D., Theodoridi C., Tuel A., Farrusseng D., Meunier F.C. Effect of polyaromatic tars on the activity for methane steam reforming of nickel particles embedded in silicalite-1// Applied Catalysis B: Environmental. – 2017. – Vol. 204. – P. 515–524
4. Abbas Ghareghashi, FarhadShahraki, KiyanooshRazzaghi, SattarGhader, and Mohammad Ali Torangi. Enhancement of gasoline selectivity in combined reactor system consisting of steam reforming of methane and Fischer-Tropsch synthesis // Korean J. Chem. Eng. – 2017. – Vol. 34(1). – P. 87-99

ДОСЛІДЖЕННЯ КАТАЛІТИЧНОЇ ПАРОВОЇ КОНВЕРСІЇ ВУГЛЕВОДНІВ АЕРОЗОЛЬНИМ НАНОКАТАЛІЗОМ

Лабзова О.О.¹, Кудрявцев С.О.² к.т.н., доцент, Сєверін Л.Є.¹

¹СЗШ № 10, КЗ ЛОМАНУМ м. Сєверодонецьк

² Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

У сучасному світі виробництво синтез-газу посідає одну з провідних ролей у хімічній промисловості. Він є сировиною великої кількості багатотоннажних виробництв.

У Східноукраїнському національному університету ім. В. Даля на кафедрі хімічної інженерії та екології проводяться перспективні дослідження каталітичної парової конверсії вуглеводнів аерозольним нанокаталізом (АпС). Сутність технології полягає в застосуванні безперервної механохімічної активації каталізатора безпосередньо в реакційному об'ємі, внаслідок чого кількість каталізатора знижується до 1-2 г/м³ реактора а активність зростає в 10⁵-10⁶ разів. В цьому і полягає актуальність використання технології конверсії вуглеводнів за технологією аерозольного нанокаталізу.

Мета роботи – вивчення процесу аерозольного нанокаталізу, з метою подальшого створення технології хімічного виробництва з його використанням.

Методи дослідження: Обробка наукових даних про існуючі методи виробництва синтез-газу. Створення власної технології аерозольного нанокаталізу. Порівняння існуючих технологій із запропонованою. Обробка отриманих результатів, з подальшими висновками.

Об'єктом дослідження був синтез-газ, а предметом – технологія його виробництва методом аерозольного нанокаталізу.

В даній роботі досліджувалась можливість та перспективність застосування нової технології каталітичних перетворень – аерозольного нанокаталізу – для здійснення важливого процесу хімічної технології – отримання конвертованого газу (синтез-газу) із природного газу шляхом його парової конверсії

В процесі досліджень були досягнуті та вирішені задачі: експериментально досліджено вплив стандартних технологічних параметрів ведення процесу: температури, часу контакту, співвідношення пар/газ у вихідній суміші, а також специфічних для АпС параметрів: частоти коливань вібропристрою, виду й кількості диспергуючого матеріалу на кінетику процесу; визначено оптимальний тип та склад каталізатору для процесу парової конверсії; - розроблено схему лабораторної установки; -запропонована та засвоєна методика проведення експерименту, аналітичного контролю, приготування каталітичної системи;

Перевагами запропонованої технології АпС стосовно до парової конверсії метану у порівнянні із промисловою стали: зниження температури процесу, витрати водяної пари, енергії активації, маси каталізатору (у майже 9·10⁵ разів), об'єму реактору ~ в 1,5 рази, збільшення швидкості процесу (у 3500 разів), навантаження на каталізатор у 1,5 млн. разів, продуктивності реакційного об'єму в 3 рази, спрощення апаратурного оформлення.

Зроблені висновки відносно перспектив проведення подальшої роботи у цьому напрямі. Орієнтовні техніко-економічні розрахунки показали доцільність впровадження у виробництво запропонованої технології парової конверсії вуглеводнів аерозольним нанокаталізом.

Особистий внесок автора полягає в участі у постановці проблеми, плануванні, аналізі наукової літератури та періодичних видань про фізико-хімічні властивості синтез-газу та технологію його виробництва, підготовці і виконанні експериментальної та технологічної частини роботи, розробці технології каталітичної парової конверсії вуглеводнів в умовах аерозольного нанокаталізу, аналізі та математичній обробці

отриманих результатів, формулюванні основних теоретичних положень і висновків наукової роботи і ефективності представленої технології.

ПЕРЕРАБОТКА ГАЗОВ КРЕКИНГА НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ

Туктин Б.Т., Нургалиев Н.Н., Тенизбаева А.С., Багашарова Б.М.

Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В Сокольского

Рациональное использование легких алканов, входящих в состав природного, попутного и нефтезаводских газов, является актуальной задачей. Исследования каталитических превращений низкомолекулярных алифатических углеводородов уже давно ведутся во многих научных центрах мира. Алканы C_1 - C_4 , содержащиеся в этих газах, могут быть превращены в ароматические углеводороды в присутствии цеолитных катализаторов. Ароматические углеводороды являются важным сырьем для многих нефтехимических процессов. Превращение низкомолекулярных алканов в ароматические углеводороды интенсивно изучается с использованием водородных и модифицированных форм цеолитов пентасиловой структуры.

В данной работе проведены исследования процесса переработки газов крекинга (пропан-пропиленовой и бутан-бутиленовой фракций) на новых цеолитсодержащих катализаторах КПМ-16 и КПМ - 19. Катализаторы приготовлены методом пропитки смеси гидроксида алюминия и цеолита ZSM-5 водными растворами солей металлов переменной валентности. Исследования каталитической активности осуществляли в проточных установках со стационарным слоем катализатора при варьировании температуры реакции в интервале 400-650⁰С и объемной скорости 160-1420 ч⁻¹. Состав продуктов реакции определяли хроматографическим методом.

При переработке пропан-пропиленовой фракции (ППФ) на катализаторе КПМ-16 образуются ароматические соединения (бензол, толуол, этилбензол, ксилолы), а в газовой фазе содержатся C_1 - C_4 углеводороды. На КПМ-16 при объемной скорости подачи сырья 350 ч⁻¹ с увеличением температуры от 400 до 600⁰С конверсия C_4 повышается с 8,4 до 100%. Выход ароматических углеводородов (АрУ) растет от 13,8 до 29,2% (550⁰С). При повышении температуры до 600⁰С выход АрУ снижается до 25,8%. Максимальная селективность по АрУ наблюдается при 500⁰С и составляет 33,7%. При более высоких температурах селективность по АрУ несколько ниже – 31,4-25,8%. В интервале 400 - 600⁰С выход толуола значительно выше, чем бензола. Количество толуола в этих условиях составляет 35,6-45,3%, а бензола - 4,6-30,1%. Содержание ксилола - 3,2-7,2%. Выход этилбензола снижается с ростом температуры в интервале 400 - 600⁰С от 28,9 до 9,9%. При температуре 400⁰С содержание карбонилсульфида в образующихся продуктах уменьшается от 0,794 в исходном сырье до 0,203 мг/м³, метилмеркаптана - от 2,631 до 0,311 мг/м³. При более высоких температурах серосодержащие соединения не обнаружены. С увеличением температуры наблюдается крекинг с образованием C_1 - C_2 углеводородов.

Изучено влияние объемной скорости подачи сырья на активность и селективность катализатора КПМ-16 в процессе переработки пропан-пропиленовой фракции. При 550⁰С и объемной скорости подачи сырья 160 ч⁻¹ конверсия составляет 100%, выход АрУ - 33,1%. С увеличением объемной скорости подачи до 950 ч⁻¹ конверсия понижается до 84,9%, выход жидкой фазы - 11,7%.

Были проведены исследования по определению стабильности работы катализатора КПМ-16 в процессе переработки пропан-пропиленовой фракции при 550⁰С и $V=380$ ч⁻¹. В течение первых восьми часов работы катализатора конверсия остается постоянной и равна 100%. Затем конверсия незначительно понижается. Выход жидкой фазы в начале процесса равен 24,1%. Далее выход АрУ понижается и остается

стабильным в пределах 19,9-22,7%. В этих условиях содержание карбонилсульфида уменьшается от 0,405 до 0,069-0,317 мг/м³, количество метилмеркаптана от 0,189 до 0,090 мг/м³.

При изучении процесса переработки пропан-пропиленовой фракции при объемной скорости 500 ч⁻¹ на катализаторе КПМ-19 показано, что при температуре 400°C конверсия по С₄ равна 12,5%. При дальнейшем росте температуры конверсия увеличивается. Максимальная конверсия по С₄ равна 100% при 600°C. С увеличением температуры опыта от 400 до 600°C выход ароматических углеводородов растет от 10,2 до 30,2%. Максимальная селективность АрУ составляет 81,6% при 400°C. При изменении температуры от 400 до 600°C выход толуола растет от 39,0 до 42,4% при 550°C, затем снижаясь до 34,6% (600°C). Количество этилбензола монотонно снижается от 39,0 до 10,0%. Содержание бензола в катализате возрастает от 5,2% (400°C) до 19,5% при 600°C, количество ксилола невелико - 3,3-8,6%. С ростом температуры от 400°C до 600°C выход метана и этана возрастает от 0,1 до 30,0% и от 2,3% до 25,6% соответственно. Крекинг углеводородов исходного сырья на катализаторе КПМ-19 выше, чем КПМ-16. В этих условиях содержание карбонилсульфида уменьшается от 0,794 до 0,173 мг/м³, количество метилмеркаптана от 2,631 до 0,298 мг/м³. При дальнейшем повышении температуры сернистые соединения в катализате отсутствуют.

Исследовано влияние объемной скорости подачи сырья на процесс переработки пропан-пропиленовой фракции на катализаторе КПМ-19. При 550°C и объемной скорости подачи сырья 160 ч⁻¹ конверсия составляет 99,5%, выход ароматических углеводородов - 11,9%. С увеличением объемной скорости подачи сырья до 950 ч⁻¹ конверсия по С₄ понижается до 56,6%. Выход жидкой фазы меняется экстремально, достигая наибольшего значения 22,6% при объемной скорости подачи сырья, равной 350 ч⁻¹, но затем уменьшается до 7,1% при 950 ч⁻¹. Селективность АрУ максимальна при 350-500 ч⁻¹ и составляет 23,1- 23,0%. С увеличением скорости подачи сырья крекинг с образованием метана и этана снижается от 29,4 до 4,5% и от 32,2 до 7,5% соответственно.

Проведено исследование влияния температуры на процесс превращения бутан-бутиленовой фракции на КПМ-16 при объемной скорости подачи сырья 500 ч⁻¹. С ростом температуры в интервале 400 - 600°C конверсия повышается с 25,2 до 100%. Выход АрУ в этих условиях растет от 5,5 до 15,4% при 550°C. При увеличении температуры до 600°C выход ароматических углеводородов понижается до 12,9%. Максимальная селективность по АрУ наблюдается при 400°C и составляет 21,8%. При повышении температуры до 600°C селективность по АрУ уменьшается до 12,9%. В интервале 400-600°C выход толуола значительно выше, чем бензола: выход толуола составляет 37,3 - 47,6%, а бензола - 3,3 - 35,7%. Количество ксилола составляет 2,5-10,3%. Выход этилбензола при температуре 400°C равен 34,9%, с ростом температуры до 600°C снижается до 7,5%. С увеличением температуры усиливается крекинг с образованием С₁-С₂ углеводородов и уменьшается содержание сернистых соединений. Количество карбонилсульфида снижается от 1,088 мг/м³ в исходном сырье до 0,818 мг/м³ при 400°C. При 550°C наблюдается резкое снижение содержания метилмеркаптана от 4,075 до 0,216 мг/м³.

Исследовано влияние объемной скорости подачи сырья на активность и селективность катализатора КПМ-16 в процессе переработки бутан-бутиленовой фракции. Установлено, что при 550°C и объемной скорости подачи сырья 140ч⁻¹ конверсия С₄ составляет 100%, выход ароматических углеводородов - 20,5%, селективность по АрУ - 20,9%. С ростом объемной скорости подачи сырья до 1200 ч⁻¹ конверсия С₄- углеводородов и выход жидкой фазы понижаются до 70,0% и 10,9% соответственно. Выход бензола при V=140ч⁻¹ равен 30,4%, а при V=1200ч⁻¹ - 17,1%. В

этих условиях выход толуола составляет 42,8 - 50,2%, этилбензола – 10,0-17,6%. Выход ксилола практически не зависит от скорости подачи сырья и составляет 3,2-5,1%. Селективность образования АрУ понижается при увеличении скорости подачи сырья. С увеличением объемной скорости подачи бутан-бутиленовой фракции от 140 до 1200 ч⁻¹ снижается доля крекинговых процессов: количество метана уменьшается от 44,7 до 8,8%, этана - от 37,1 до 5,3%.

Была изучена стабильность работы катализатора КПМ-16 в процессе переработки бутан-бутиленовой фракции при 550°C и V=380 ч⁻¹. Установлено, что в течение первых четырех часов работы катализатора конверсия остается практически постоянной и равна 93,6- 97,4%, Через десять часов конверсия понижается до 75,8%. Выход жидкой фазы в начале процесса равен 20,4%. Затем выход ароматических углеводородов снижается до 18,0-19,5%.

В этих условиях выход бензола в течение десяти часов работы катализатора колеблется в пределах 19,6-22,3%, Выход толуола мало меняется в течение этого времени, но его выход выше по сравнению с бензолом и колеблется в пределах - 46,3-48,6%. Выход этилбензола составляет 13,6-15,9%, ксилола - 4,3-5,0%. В газовой фазе обнаружены C₁-C₄ углеводороды, количество которых снижается по мере протекания реакции.

Приведенные выше данные показывают, что с увеличением продолжительности безрегенерационной работы катализатора в результате коксообразования блокируются активные центры на поверхности катализатора, что приводит к снижению конверсии сырья и выхода ароматических углеводородов.

В процессе превращения бутан-бутиленовой фракции на катализаторе КПМ-19 при объемной скорости подачи сырья 500 ч⁻¹ с увеличением температуры от 400 до 600°C конверсия C₄ углеводородов повышается с 49,3 до 95,9%. Выход АрУ и селективность в этих условиях увеличивается от 5,5 до 18,2% и от 11,1 до 19,9% соответственно. В интервале 400 - 600°C выход бензола повышается от 7,3 до 21,4%, выход толуола также растет с 37,3 до 43,9%. Содержание ксилола - 4,6 - 7,2%. Выход этилбензола снижается с ростом температуры в интервале 400-600°C от 24,4 до 14,1%.

С увеличением температуры усиливается крекинг с образованием C₁-C₂ углеводородов: количество метана растет от 0,3 до 26,6%, а этана – от 1,2 до 24,1%. С ростом температуры опыта от 450 до 600°C количество серосодержащих соединения в катализате уменьшается: карбонилсульфида - от 1,088 мг/м³ и метилмеркаптана - от 4,075 мг/м³ до следовых количеств.

При изучении влияния объемной скорости подачи сырья на активность и селективность катализатора КПМ-19 в процессе переработки бутан-бутиленовой фракции показано, что при 550°C и объемной скорости 140 ч⁻¹ конверсия по C₄ достаточно высока и равна 95,9%. С увеличением объемной скорости подачи сырья до 970 ч⁻¹ конверсия понижается до 60,0%. Выход ароматических углеводородов при V=140 ч⁻¹ равен 21,4%, селективность по АрУ - 22,3%. С ростом объемной скорости до 970 ч⁻¹ выход жидкой фазы понижается до 8,0%, селективность по АрУ до 13,3%. С увеличением объемной скорости подачи бутан-бутиленовой фракции снижается доля крекинговых процессов: количество метана уменьшается от 26,7 до 5,5%, этана - от 23,7 до 6,8%.

Исследования стабильности работы катализатора КПМ-19 в процессе переработки бутан-бутиленовой фракции проводили при 550°C и V=380 ч⁻¹. В течение первых трех часов работы катализатора конверсия остается постоянной и равна 73,4-73,8%, Затем конверсия понижается до 56,7%. Выход жидкой фазы в начале процесса равен 16,1-15,4 %, далее выход ароматических углеводородов понижается до 9,8%. Качественный и

количественный состав продуктов жидкой фазы практически не зависит от времени протекания реакции.

Анализ полученных результатов показывает, что наиболее активным и селективным катализатором в процессах переработки газов крекинга является КПМ-16, в процессе переработки пропан-пропиленовой фракции образуются с наибольшим выходом ароматические углеводороды (29,2%) при 100%-ной конверсии.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДНЫХ И СОЛЕВЫХ РАСТВОРОВ ПОЛИАКРИЛАМИДОВ

Волчков А.А., Воробьева Е.В., д.т.н., проф., Крутько Э.Т. д.т.н., проф.

Белорусский государственный технологический университет

Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси

Растворы полиакриламидов являются одними из наиболее распространенных промышленных флокулянтов, которые используются для водоочистки. Одной из важнейших характеристик этих растворов является их реология, то есть их текучесть. Исследования водных растворов полиакриламидов (ПАКА) проводятся уже в течение многих лет. Полученные закономерности положены в основу проектирования и использования систем водоочистки. Однако исследования растворов ПАКА в солевых средах весьма ограничены. Исследования в этом направлении могут способствовать оптимизации процессов водоочистки на предприятиях химической промышленности Республики Беларусь, расширению областей использования флокулянтов, модификации полиакриламидов с целью улучшения их реологических характеристик в солевых растворах.

Целью данного исследования является изучение степени растворения сополимеров полиакриламида в различных растворителях. О степени растворения полимера можно судить по вязкости полученного раствора. Исследования включали два этапа: приготовление раствора ПАКА и измерение вязкости полученного раствора. В качестве растворителя использовалась вода и 25% раствор NaCl. В качестве объектов исследования были выбраны 3 сополимера акриламида с концентрацией 0,5 мас. %: неионный (praestol 2500), анионный (praestol 2530), катионный (praestol 853). После растворения полимеров их растворы фильтровали на ситах с диаметром отверстий 0,21 мм для отделения гель-фракции. Вязкость полученного фильтрата измеряли на вискозиметре Брукфильда, принцип работы которого основан на сопротивлении исследуемой среды вращению цилиндрического шпинделя. Шпиндель выбирали исходя из нагрузки на него во время измерения (в интервале от 10 до 100%) - №18 и №16. На вискозиметре Брукфильда измеряли следующие параметры: вязкость, напряжение сдвига, скорость сдвига. По полученным данным показано, что вязкость растворов полимеров в воде уменьшается в ряду сополимеров анионный>катионный>неионогенный. Однако результаты растворения сополимеров в насыщенном солевом растворе не совпадают с такой зависимостью.

Так, при растворении в течение часа вязкость анионного сополимера становится меньше вязкости катионного, а при растворении в течение 24 часов практически равные вязкости катионного и анионного сополимеров становятся меньше неионогенного. На основании этого можно предположить, что во время растворения катионного и анионного сополимеров полиакриламидов происходит выведение их макромолекул из растворов за счет связывания с молекулами соли.

Таким образом, проведенное исследование показало, что реологические свойства солевых растворов полиакриламидов существенно отличаются от аналогичных характеристик водных растворов, причем наблюдалось выпадение солевых осадков (не

установленного на данном этапе исследования) состава из растворов после введения в них анионного и катионного сополимеров акриламида.

КАТАЛИТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ N-(2-ЭТОКСИЭТИЛ)-ПИПЕРИДИНА

¹Павлов А.В., ¹Белов В.В., доц., к.х.н., ¹Сова С.Б., н.с., ¹Ященко Т.М., м.н.с.,

²Голосман Е.З., д.х.н., проф., ²Нечуговский А.И., ст. спец.

¹ГВУЗ Украинский государственный химико-технологический университет

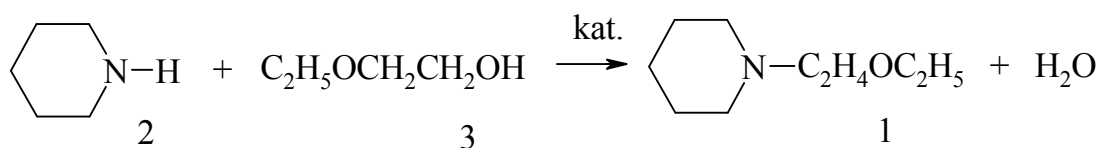
²ООО «НИАП-КАТАЛИЗАТОР»

Соединения, включающие пиперидиновый цикл с N-(2-этоксиэтильным) заместителем, обладают широким спектром биологической активности: лекарственные свойства, рострегулирующая активность, пестицидное действие.

Один из способов получения N-(2-этоксиэтил)-пиперидина (1) основан на реакции N-(2-хлорэтил)-пиперидина с этиловым спиртом. Однако в условиях синтеза (кипячение) наряду с целевым продуктом в качестве побочного образуется кватернизированное производное пиперидина. Проведение реакции в присутствии этилата натрия позволяет несколько улучшить показатели синтеза: выход основного продукта достигает 75%.

Соединение (1) может быть синтезировано также гидрированием на катализаторе Ni-Ренея N-(2-винилоксиэтил)-пиперидина, предварительно полученного нагреванием N-(2-оксиэтил)-пиперидина с ацетиленом при 205-220°C и 30%-ным КОН.

Информация о возможности получения соединения (1) в условиях гетерогенного катализа, исходя из пиперидина и 2-этоксиэтанола, нами не выявлена, что и предопределило цель данной работы – исследование возможности получения продукта (1) экологически чистым каталитическим методом по реакции:



С учетом результатов, полученных нами ранее при аминировании пиперидином одноатомных спиртов [1], для исследований были приготовлены образцы материалов, содержащие в качестве активных компонентов соединения меди (и цинка) или никеля. Для каждого из них характерны свои особенности. Так, в частности, ряд контактов приготовлен с использованием высокоглиноземистого цемента – талюма, который является смесью моноалюмината кальция CaAl_2O_4 и диалюмината кальция CaAl_4O_7 в соотношении $\text{CaAl}_2\text{O}_4 / \text{CaAl}_4\text{O}_7 = 0,25 \div 0,35$. Присутствие CaO , как известно, повышает термостабильность новых образцов.

Испытания новых контактов (зернением 0,25-0,50 мм) на каталитическую эффективность выполнялись на лабораторной установке с реактором проточного типа (внутренний диаметр трубки 15 мм). Предварительно катализаторы подвергались операциям сушки и активации водородо-азотной смесью.

Опыты по аминированию 2-этоксиэтанола (3) пиперидином (2) в присутствии водорода проводились при нагрузке исходной смеси $0,2 \div 0,6 \text{ г}/(\text{г}_{\text{кат}} \times \text{ч})$, молярном соотношении реагентов (3) : (2) : $\text{H}_2 = 1 : 1 : (5 \div 11)$, в интервале температур 180-240°C.

Исследовано влияние способа приготовления медь(цинк)алюмокальциевых катализаторов (последовательности введения отдельных компонентов) на эффективность протекания данного процесса.

Литература.

1. Белов, В. В. Парофазный синтез N-алкилпиперидинов на алюмокальциевых катализаторах, содержащих медь и никель / В. В. Белов, В. И. Марков, С. Б. Сова [и др.] // Химическая технология. – 2012. – Т.13, № 9. - С.534-542.

ЖИДКОФАЗНОЕ ОКИСЛЕНИЕ α -ПИНЕНА КИСЛОРОДОМ ВОЗДУХА В ПРИСУТСТВИИ СТЕАРАТА Co (II) И АЦЕТИЛАЦЕТОНАТА Ni (II)

Квеско А.А.

Белорусский государственный технологический университет

Огромная часть территории Республики Беларусь представлена лесными массивами разнообразных пород деревьев, основными из которых являются хвойные. Одним из ценных продуктов, получаемых из хвойных пород деревьев, является живица, при переработке которой выделяют канифоль и скипидар, состоящий, в основном, из терпеновых углеводородов [1]. В Республике Беларусь живичный скипидар не перерабатывается, а используется в качестве растворителя или экспортируется, в то время как в странах Западной Европы живичный скипидар является ценнейшим сырьем для получения большого количества ценных продуктов, применяющихся в производстве медицинских препаратов, инсектицидов, фунгицидов, душистых веществ и т. д., а также в производстве соснового масла. В настоящее время существует несколько перспективных направлений в области переработки живичного скипидара. Среди них можно выделить такие как получение жидких и твердых политерпеновых смол, твердого терпинеола, кислотно-каталитическое взаимодействие монотерпеноидов со спиртами, водой и органическими кислотами, производство терпеномалеиновых и окситерпеновых смолы, производство ценных синтетических душистых веществ, а также производства соснового масла со свойствами флотореагента.

В настоящее время актуальным и перспективным направлением для Республики Беларусь является производство соснового масла, представляющее собой смесь кислородсодержащих терпеновых производных, которые могут применяться, как в отечественной, так и зарубежной горнодобывающей промышленности. В связи с тем, что данный продукт является импортным, то ставятся задачи по налаживанию производства соснового масла в нашей стране, так как для этого имеется хорошая сырьевая база [2].

Основными способами получения терпеновых спиртов является кислотно-каталитическая гидратация живичного скипидара и жидкофазное окисление α -пинена с использованием различного рода катализаторов. Одним из перспективных направлений переработки скипидара является окисление α -пинена. Окисление может проходить как с сохранением углеродного скелета, так и с разрушением бициклической системы. Молекула α -пинена содержит в своей структуре несколько реакционноспособных групп и может окисляться в различных направлениях в зависимости от условий проведения реакции, а также от используемых реагентов. Продукты окисления α -пинена находят разнообразное применение, а его индивидуальные кислородные производные используются для тонкого органического синтеза [3].

При выборе катализатора процесса окисления необходимо руководствоваться следующими критериями:

- катализатор должен быть доступным или легко синтезируемым в условиях производства;
- недорогим;
- легко регенерируемым или, по меньшей мере, легко удаляемым из реакционной смеси;
- должен обеспечивать достаточно высокую степень окисления α -пинена при невысоком массовом содержании гидроперекисей в оксидате (примерно 10%),

исключающей самопроизвольное бурное развитие реакции и образования высококипящих продуктов;

- невысокое содержание окиси α -пинена в оксидате;
- высокую селективность процесса по сумме вербенола и вербенон, не ниже уровня, достигнутого при автоокислении α -пинена [4].

В качестве катализаторов процесса окисления терпеновых углеводородов, в частности α -пинена, с целью получения терпеновых спиртов (вербенол, вербенон) применяются органические соли и соединения металлов переменной валентности – кобальта, никеля, железа, меди и т.п. Например, как указывают некоторые авторы [4], процесс окисления α -пинена со стеаратами железа (III) и марганца (II) даже при их довольно высоком молярном содержании, сумма монокислородсодержащих веществ не превышает 10% по массе. Также низкая степень конверсии со стеаратами меди (II) и кобальта, также при их небольшом молярном содержании. Сумма монокислородсодержащих веществ повышается до 22,6–27,9%, а в случае применения стеарата никеля, по мере повышения его молярной доли, например, с 0,003 до 0,11%, сумма спиртов снижается с 18,4 до 2,0% по массе, при этом уменьшается и селективность с 46 до 14%. Со всеми стеаратами, как и с ацетатами, при повышении степени окисления возрастает массовое содержание гидроперекисей в оксидате до 22,6–33,6%, селективность до 46%.

Изучение влияния ацетилацетонатов, фталоцианиновых, ЭДТА- и фенантролиновых комплексов с металлами на процесс окисления α -пинена показало, что ацетилацетонаты по эффективности влияния на выход монокислородсодержащих веществ располагаются в следующий ряд: $\text{Co} > \text{Cu} > \text{Ni}$ [4]. Селективность составляет около 45%, а массовая доля гидроперекисей в оксидате во всех случаях составляет более 17%.

Целью данной работы являлось изучение процесса жидкофазного окисления α -пинена с использованием стеарата Co (II) и ацетилацетоната Ni (II) в качестве катализаторов, определение выходов кислородсодержащих продуктов и анализ их физико-химических свойств.

Окисление α -пинена (масса 50 г, содержание основного вещества 98,2%) кислородом воздуха в присутствии стеарата Co (II) проводили при температуре 80°C , количеством катализатора 0,1 г, продолжительности процесса 6 ч при расходе воздуха 307 мл/см^3 . Окисление α -пинена кислородом воздуха в присутствии ацетилацетоната Ni (II) проводили в идентичных условиях. По окончании процесса в полученную смесь добавляли щелочь для разрушения гидроперекисей, образовавшиеся в процессе окисления. При добавлении щелочи происходит выпадения темно-коричневого осадка, и происходит расслоение смеси. Для отделения кислородсодержащих продуктов, а также терпеновых углеводородов от полимеров и гидроперекисей проводили перегонку с паром. Полученный продукт, состоящий из кислородсодержащих соединений и терпеновых углеводородов осушали над безводным Na_2SO_4 , после этого измеряли показатель преломления для определения выхода спиртов по градуированному графику. Градуировочный график построен для различных смесей, состоящих из чистого вербенон и α -пинена и показывает зависимость показателя преломления смеси от содержания в ней вербенон (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели преломления при соотношении α -пинен : вербенон, масс. %

Соотношение α -пинен : вербенон, масс. %				
1 : 0	0,8 : 0,2	0,5 : 0,5	0,3 : 0,7	0 : 1
Показатель преломления смеси, n_D^{20}				
1,4720	1,4752	1,4820	1,4910	1,4979

По градуировочному графику (рисунок 1) можно определить выход кислородсодержащих продуктов по их показателю преломления. Показатель преломления продуктов окисления с использованием стеарата Со (II) составляет 1,4743, а при применении ацетилацетоната Ni (II) составляет 1,4739, что соответствует выходу продуктов окисления 12,0 и 9,2% соответственно.

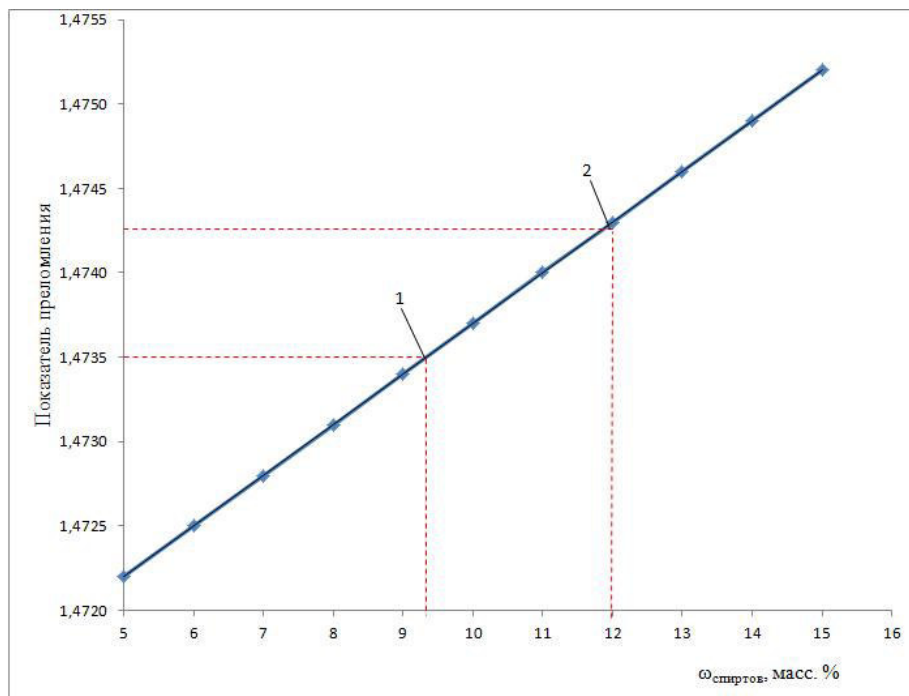


Рисунок 1 – Зависимость показателя преломления от содержания вербенон в продуктах окисления α-пинена

Таким образом, можно сделать вывод, что по селективности процесса, а также выходу кислородсодержащих продуктов, стеарат Со (II) является лучшим катализатором по сравнению с ацетилацетонатом Ni (II). Поэтому дальнейшие исследование в области жидкофазного окисления α-пинена будут проводиться с использованием данного катализатора, варьируя только основными параметрами процесса, для достижения максимального выхода кислородсодержащих соединений и уменьшения образования побочных продуктов.

Литература

1. Радбиль, А.Б. Направление квалифицированного использования скипидара / А.Б. Радбиль // Химия растительного сырья. – 2005. – №1. – С. 5–11.
2. Журавлев, И.П. Канифоль и скипидар и продукты их переработки / И.П. Журавлев. – Москва: Лесная промышленность, 1988. – 71 с.
3. Меньшиков, С.Ю. Сравнительное изучение аэробного окисления скипидара / С.Ю. Меньшиков [и др.] // Журнал прикладной химии. – 2008. – Т. 81. – №1. – С. 56–58.
4. Кислицин, А.Н. Исследование процесса жидкофазного инициированного окисления α-пинена кислородом воздуха. Сообщение 1 / А.Н. Кислицин, А.Н. Каблукова, А.Н. Трофимов // Химия растительного сырья. – 2003. – №1. – С. 53–59.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИ ОТСУТСТВИИ ГРАНИЦ ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Самойлов Н.А. д.т.н., проф.

Уфимский государственный нефтяной технический университет, Россия, г. Уфа

При решении задач оптимизации химико-технологических процессов часто возникают ситуации, когда границы области оптимизации не определены. Это препятствует применению таких распространенных способов оптимизации как градиентные и безградиентные методы оптимизации.

Использование достаточно удобного метода наименьших квадратов также затруднительно, когда формируемая этим методом из условия равенства нулю первых производных от целевой функции по оптимизируемым параметрам система уравнений является нелинейной или исходная целевая функция является составной частью решения задачи оптимизации. Так, например, при решении задачи оптимизации работы ректификационной колонны минимизируемая целевая функция включает флегмовое число и число теоретических тарелок. Однако, значения этих параметров зависят от предварительно рассчитываемых минимального флегмового числа и числа теоретических тарелок для конкретного режима орошения, определяемого совместным решением уравнений фазового равновесия и материального баланса последовательно от тарелки к тарелке.

Исследование поверхности отклика целевой функции экспериментально статистическими методами с использованием планирования эксперимента, например, методом Кифера-Джонсона, может привести к существенному усложнению алгоритма решения задачи, так как приходится преобразовывать целевую функцию в уравнение регрессии. Кроме того, в данном случае возможно значительное увеличение времени расчета задачи из-за слишком малых значений уровней варьирования параметров в базовой матрице планирования.

Подобная ситуация потребовала разработки аналитического метода расчета задач оптимизации с не определенными границами области оптимизации при формировании системы автоматизированного проектирования адсорбционных систем. При расчете адсорбционных установок для очистки исходного сырья или конечных продуктов многих химических процессов требуется определить необходимое количество адсорбента с учетом данных по изотерме адсорбции, продолжительность процесса поглощения, размеры адсорбционной аппаратуры и энергетические затраты на реализацию процесса. Автоматизированное проектирование адсорбционных установок осложняется тем, что в литературе обычно отсутствует аналитическая форма уравнения изотермы адсорбции. В связи с этим нами рассмотрена задача разработки метода перевода дискретной экспериментальной информации по изотермам адсорбции в аналитическую форму.

Наиболее часто изотерма адсорбции описывается уравнениями [1]:

Ленгмюра

$$a = \frac{A \times B \times C}{1 + A \times C}, \quad (1)$$

где A и B – численные коэффициенты; a и C – значения активности адсорбента и концентрации адсорбированного вещества (часто при адсорбции в газовой фазе вместо концентрации C рассматривают отношение p/p_s – относительное давление или отношение фактического давления адсорбируемого компонента к давлению его насыщенного пара);

Фрейндлиха

$$a = K \times C^X, \quad (2)$$

где К и X – численные коэффициенты;
Брунауэра, Эммета, Теллера (БЭТ)

$$a = \frac{a_m K p / p_s}{(1 - p / p_s)[1 + (K - 1)p / p_s]}, \quad (3)$$

где a_m – емкость монослоя, пропорциональная удельной поверхности адсорбента, К – константа;

Дубинина –Радущкевича

$$a = \frac{W_0}{v^*} \exp \left[-B \frac{T^2}{\beta^2} (\lg p_s / p)^2 \right], \quad (4)$$

где W_0 , v^* , В, Т и β – соответственно предельный объем адсорбционного пространства, мольный объем адсорбата в жидком состоянии, параметр, отражающий преобладающий размер микропор, температура адсорбции и коэффициент аффинности.

В уравнениях (1)-(3) содержится по два неизвестных коэффициента, в уравнении (4) – четыре коэффициента. В связи с неизбежными погрешностями измерений при экспериментальном получении изотерм адсорбции обработка опытных данных для расчета коэффициентов уравнений изотерм адсорбции становится сложной и не всегда корректной задачей.

В качестве примера компьютерной обработки изотерм адсорбции рассмотрим расчет коэффициентов А и В уравнения Ленгмюра.

При наличии n экспериментальных значений активности адсорбента a_i для различных концентраций извлекаемой примеси C_i наиболее достоверные значения коэффициентов уравнения Ленгмюра А и В можно получить минимизацией невязок опытных и расчетных данных по функции наименьших квадратов

$$F = \sum_{i=1}^n \left(a_i - \frac{A \cdot B \cdot C_i}{1 + A \cdot C_i} \right)^2 = \min, \quad (5)$$

однако, расчет коэффициентов А и В классическим методом аналитического поиска

экстремума осложняется тем, что разработка производных $\frac{dF}{dA} = 0$ и $\frac{dF}{dB} = 0$ дает нелинейные уравнения, решаемые итерационными методами, отличающимися плохой сходимостью. В связи с этим предложен следующий аналитический метод поиска минимума функции F как вариант нелинейного программирования.

В условиях неопределенности границ области оптимизации расчет коэффициентов А и В выполняют по следующему алгоритму (рис. 1).

1. В системе координат А и В фиксируется начальная точка исследования задачи минимизации функции (5) с координатами $A_{\text{пр}}$ и $B_{\text{пр}}$.

2. Вокруг произвольной начальной точки формируется произвольная область исследования с границами $A_{\text{нач}}$, $A_{\text{кон}}$, $B_{\text{нач}}$ и $B_{\text{кон}}$.

3. Область исследования с границами $A_{\text{нач}}$, $A_{\text{кон}}$, $B_{\text{нач}}$ и $B_{\text{кон}}$ исследуется методом сканирования с расчетом значений функции F по уравнению (2) в узловых точках с достаточно большими шагами сканирования и определением координат точки, в которой значение F минимально для данной области исследования. При этом возможны две ситуации:

а) минимальное значение функции F лежит на границе изученной области исследования задачи оптимизации (области I, II, III). Тогда координаты точки с

минимальным значением F рассматриваются как начальная точка исследования новой (очередной) задачи минимизации функции (2) с координатами $A_{ПР}$ и $B_{ПР}$ и выполняется переход на второй пункт алгоритма;

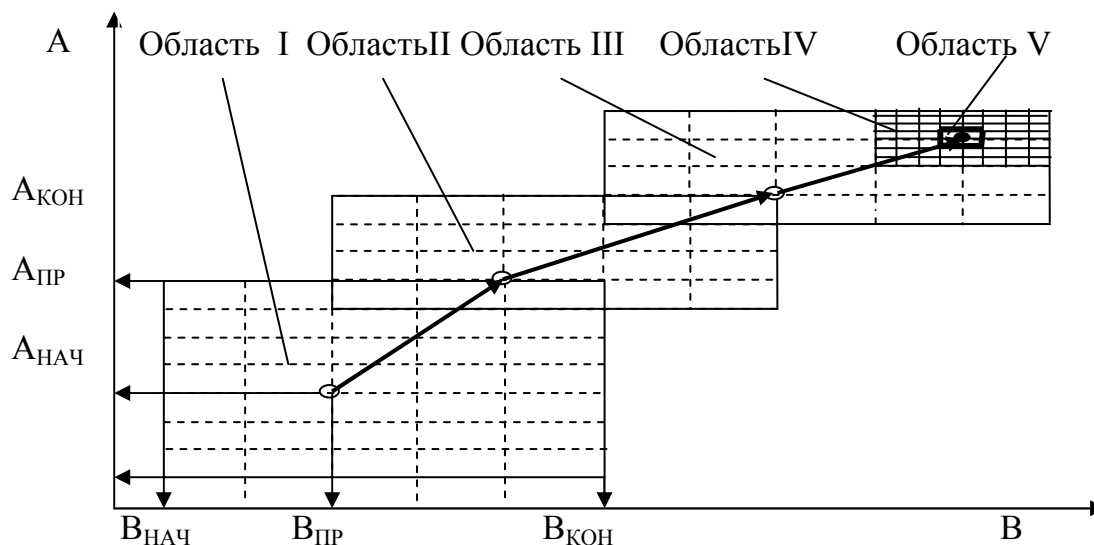


Рис. 1. Схема расчета значений коэффициентов A и B изотермы адсорбции

б) минимальное значение функции F лежит внутри изученной области исследования задачи оптимизации (области IV, V, перекрывающие зону минимизации функции (2)). Тогда координаты точки с минимальным значением F рассматриваются как начальная точка исследования новой (очередной) задачи минимизации функции (2) с координатами $A_{ПР}$ и $B_{ПР}$, а границы новой задачи оптимизации определяют смежными точками предыдущей задачи оптимизации и повторяют сканирование новой задачи с существенно меньшими шагами сканирования (рис.), последовательно повторяя этот пункт алгоритма до тех пор, пока очередное дробление шагов сканирования не станет меньше принятой погрешности расчетов коэффициентов A и B .

В качестве примера приведены результаты расчета изотермы адсорбции Ленгмюра (рис.2) на основе коэффициентов A и B для процесса сорбции бутана на активном угле Nuxit при 20°C [2], рассчитанных по предлагаемому методу.

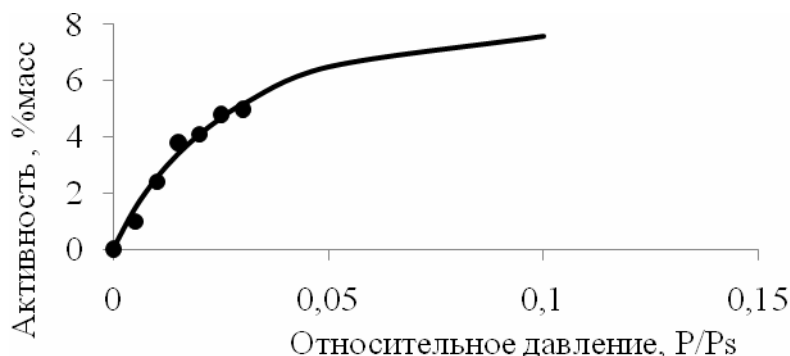


Рис. 3. Изотерма адсорбции бутана на активном угле Nuxit

Линия — расчет, точки — опытные данные [2]

Рассмотренный метод по сущности приемлем для решения любых многомерных задач оптимизации с неопределенной областью исследования целевой функции.

Литература

1. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники /М.:Химия. — 1984. — 591 с.

2. Прибылов А.А. Адсорбционные явления при высоких давлениях и температурах / А.А. Прибылов, Т.С. Якубов., Г.Ф. Стекли [и др.] // Известия Академии наук. Серия химическая. – 1996. – №3. – С.568-573

О ВЕРТИКАЛЬНОМ СЕКЦИОНИРОВАНИИ МАССООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

Самойлов Н.А. д.т.н., проф.

Уфимский государственный нефтяной технический университет, Россия, г. Уфа

Одним из эффективных направлений интенсификации практически всех классов массообменных аппаратов является секционирование в них зоны массообмена за счет того, что она конструктивными приемами с использованием специальных перегородок разбивается на несколько секций, что приводит к улучшению условий массопереноса за счет специфических особенностей каждого конкретного технологического процесса. Расчеты и эксперименты показали, что секционирование аппарата в той или иной форме позволяет интенсифицировать процессы адсорбции, ректификации, экстракции и абсорбции. Для адсорбционных

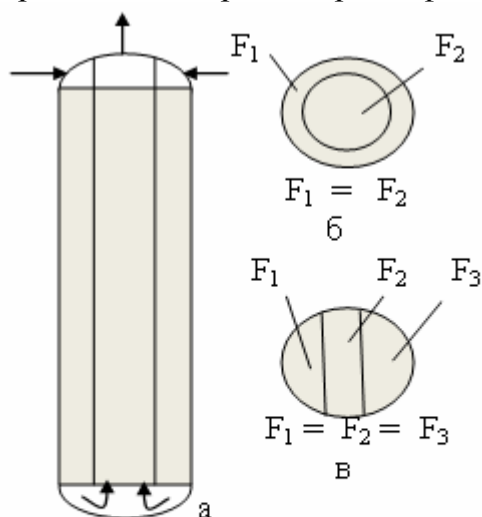


Рис.1. Секционированный адсорбер (а) с цилиндрическими (б) или плоскими (в) пластинами

процессов в стационарном слое адсорбента секционирование слоя при помощи вертикальных плоских или цилиндрических пластин при равенстве нормальных сечений слоя адсорбента во всех секциях F_i (рис.1) и прохождении очищаемого потока последовательно через все секции позволяет увеличить рабочую активность адсорбента по извлекаемой примеси за счет того, что длина зоны массопередачи при секционировании увеличивается меньше, чем скорость потока [1]. При этом секционирование наиболее эффективно для короткоцикловых процессов, когда высота слоя адсорбента в адсорбере всего в 2-3 раза больше зоны массопередачи.

Секционирование аппаратов непрерывного действия (адсорберов с движущимся слоем адсорбента – гипертесорберов, ректификационных и экстракционных колонн) обеспечивается установкой внутри колонны вертикальных перегородок, формирующих в аппарате несколько секций, благодаря чему при неизменной высоте колонны увеличивается число теоретических тарелок, обеспечивающих увеличение четкости разделения или снижение энергозатрат при прочих равных условиях. Такие колонны являются аналогами колонн со связанными потоками.

Гипертесорберы для разделения многокомпонентных смесей (рис. 2), объединяющие в пределах единой конструкции зоны с одной, двумя или тремя отдельными хроматографическими секциями [2-4], позволяют легко регулировать качество промежуточной фракции по содержанию легких компонентов подводом тепла в хроматографическую секцию с одновременным существенным уменьшением энергозатрат. В частности, при разделении трехкомпонентной смеси эффективность секционированного гипертесорбера особенно резко возрастает, когда содержание в сырье трудно десорбируемого компонента невелико (табл.1, компонент 3).

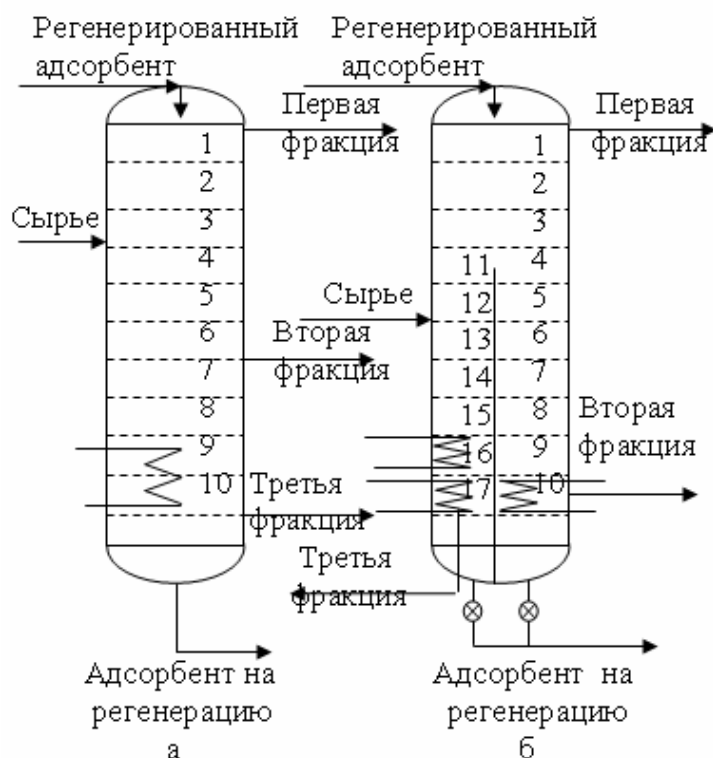


Рис.2. Схема гиперсорбера (а) с 10 теоретическими тарелками и секционированного адсорбера (б) с 17 теоретическими тарелками

Таблица 1.

Относительное снижение энергозатрат Е на проведение десорбции в секционированном адсорбере по сравнению с гиперсорбером

Состав сырья по компонентам, % масс			Е, %
1	2	3	
80	10	10	25
80	15	5	37
80	19	1	47
60	30	10	37
40	50	10	42
40	58	2	50

С целью уменьшения энергозатрат на разделение смесей экстракцией и ректификацией и увеличения выхода целевого продукта предложены более совершенные схемы соединения секций простых колонн, аналогичные схемам ректификации с частично связанными потоками (рис.3,а), в которых за счет внутренних вертикальных перегородок формируются секционированные колонны [5,6]. В ректификационной секционированной колонне (рис. 3,б) обеспечивается необходимое качество разделения трехкомпонентного сырья на три потока приемлемой чистоты. В секционированной экстракционной колонне при разделении трехкомпонентного сырья с экстрагированием третьего компонента помимо традиционных экстрактного (Э) и рафинатного (R_1) растворов сбоку колонны отводится дополнительный рафинатный поток (R_2), обеспечивающий повышение четкости разделения и получение экстрактного раствора повышенного качества (табл.2).

Табл.2

Состав продуктов экстракционной колонны (за вычетом растворителя)

Продукты	Содержание компонента (%) для схемы на рис 3,а			Содержание компонента (%) для схемы на рис 3,в		
	1	2	3	1	2	3
Рафинат R_1 (1)	86,1	13,9	0	71,1	28,9	0
Рафинат R_2 (2)	22,3	74,8	3,0	46,3	52,2	1,5
Экстракт Э (3)	0	2,2	97,8	0	1,1	98,9

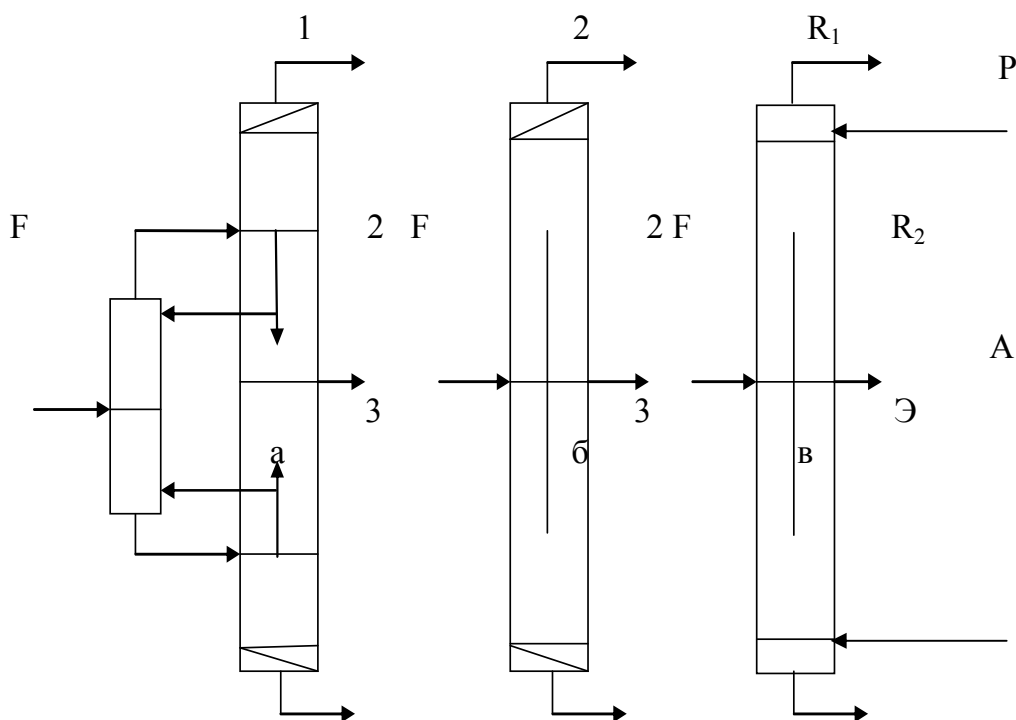


Рис. 3. Схемы сложной ректификационной колонны (а) и эквивалентной ректификационной (б) и экстракционной (в) колонн секционированного типа

В абсорбционных колоннах горизонтальное секционирование аппарата, но уже по высоте, с отдельным вводом регенерированного абсорбента и отработанного абсорбента по каждой секции или группе секций позволяет увеличить по секциям движущую силу абсорбции и сократить расход абсорбента.

Литература

1. Samoilov N.A. The new type of adsorbers – sectioning apparatuses. Recent Research Report for the 13 International Zeolites Conference: poster 18R01, Montpellier, France, 2001 y.
2. Самойлов Н.А. Формирование оптимального рабочего пространства в адсорберах с неподвижным и движущимся слоем адсорбента. Журнал прикладной химии, № 10, 2001, с. 1655-1663
3. Самойлов Н.А., Ибулаев Р.Г. Анализ работы секционированного адсорбера с движущимся слоем адсорбента. Теоретические основы химической технологии, №4, 2003, с. 385-391.
4. Кондратьев А.А., Кондратьев Ю.А., Самойлов Н.А., Сидоров Г.М. Сложные колонны для разделения смесей адсорбцией. Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». № 3, 2011, с. 264-271. URL: [http:// www.ogbus.ru/authors/Kondrat'nd AA/ Kondrat'nd AA_2pdf](http://www.ogbus.ru/authors/Kondrat'nd AA/ Kondrat'nd AA_2pdf)
5. Кондратьев А.А., Самойлов Н.А. Ректификационные колонны с промежуточной тепло- и массообменной секцией. Журнал прикладной химии, т. 70, № 9, 1997 г.
6. Сидоров Г.М., Самойлов Н.А. Кондратьев Ю.А., Кондратьева Ю.Ю. Сложные колонны со связанными потоками для разделения трехкомпонентной смеси экстракцией. Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». № 2, 2012, с. 276-282. URL: [http:// www.ogbus.ru/authors/Sidorov G.M./ Sidorov G.M_2pdf](http://www.ogbus.ru/authors/Sidorov G.M./ Sidorov G.M_2pdf).

ВЫДЕЛЕНИЕ ДЕГИДРОАБИЕТИНОВОЙ КИСЛОТЫ ИЗ ДИСПРОПОРЦИОНИРОВАННОЙ ЖИВИЧНОЙ КАНИФОЛИ

Липницкий П.А., Фдейшер В.Л. к.т.н., доц.

Белорусский государственный технологический университет

В последние годы резко возрос интерес к разработке малотоннажных технологий производства биологически активных веществ (БАВ) из растительного сырья. Их широкомасштабное освоение и тиражирование позволит отказаться от сложившейся структуры импорта, обеспечить развитие отечественного производства лекарственных препаратов и экспортные поставки многих БАВ.

Одно из наиболее интенсивно развиваемых лесохимических направлений связано с получением из растительного сырья биологически активных и душистых веществ, перспективных для создания новых медицинских препаратов, биологически активных добавок, стимуляторов роста, средств защиты растений, а также используемых в бытовой химии и других отраслях. Проводимые в этой области работы включают физико-химическое исследование древесной зелени, живицы, канифоли, лекарственных растений, совершенствование технологий выделения из этих видов сырья наиболее ценных химических соединений и разработку новых методов их последующего превращения в химические продукты с новым комплексом свойств [1].

Особое место среди продуктов лесохимического производства занимают живица и канифоль, содержащие смоляные кислоты. Канифоль представляет собой твердое, хрупкое, стеклообразное вещество, цвет которого изменяется от светло-желтого до темно-коричневого. По способу получения канифоли выделяют: живичную, талловую, экстракционную. В состав живичной канифоли входят смоляные кислоты (80–90%), жирные кислоты (5–10%), неомыляемые вещества (5–10%). Смоляные кислоты в основном представлены изомерами абиетиновой кислоты состава $C_{20}H_{30}O_2$. В перспективе индивидуальные смоляные кислоты или их смеси могут служить сырьём для синтеза ряда таких ценных продуктов, как фунгициды, ростовые вещества, гормоны, пластификаторы, красители и др. [2].

Смоляные кислоты, обладающие уникальным строением и биологической активностью, являются перспективным объектом для химической модификации, о чём свидетельствуют многочисленные результаты научных исследований учёных разных стран в области изучения биологической активности смоляных кислот (в частности, абиетиновой, дегидроабиетиновой, левопимаровой) и их производных [3].

Среди смоляных кислот особенно часто встречаются трициклические соединения, отличающиеся положением двойных связей или заместителей и пространственной конфигурацией, что обуславливает различие в их химических свойствах. Для них характерны реакции, как по карбоксильной группе, так и по двойным связям фенантреновой структуры. Благодаря этому на основе канифоли и смоляных кислот получают многочисленные продукты, которые находят применение в более чем 50 отраслях хозяйственной деятельности [4].

Производство канифоли занимает одно из первых мест среди продуктов лесохимии. В связи с широкой областью её применения, спрос на канифоль всегда очень высокий. Вторичная переработка канифоли позволяет придать ей ряд новых полезных свойств [5].

Основным источником терпеноидных продуктов в Республике Беларусь является лесохимический завод ОАО «Лесохимик» (г. Борисов), на котором действует современное канифольно-терпентинное производство по переработке живицы на канифоль и скипидар. Производство же вторичных продуктов на их основе практически отсутствует.

Учитывая доступность терпеновых соединений, разработка новых биологически активных веществ на их основе является важной практической задачей. Синтез новых продуктов на основе растительного сырья является перспективным направлением в современной химии, так как способствует более рациональному использованию природных ресурсов. Возрастающая потребность многих отраслей народного хозяйства в продукции лесохимической промышленности требует разработок новых высокоэффективных и практически важных продуктов на основе экстрактивных веществ сосны обыкновенной *Pinus Sylvestris* L.

Целью данной работы является сравнительная характеристика методов выделения дегидроабиединовой кислоты и анализ ее физико-химических свойств.

Для выделения дегидроабиединовой кислоты использовали два метода. Первый метод заключался в многократной перекристаллизации смоляных кислот канифоли из спирта. Второй – основывался на образовании солей с моноэтаноламином с последующей ее перекристаллизацией и разложением соляной кислотой.

В основе обоих методов лежит различие в растворимости кислоты или ее солей и сопутствующих веществ.

Для первого метода выделения дегидроабиединовой кислоты использовали китайскую диспропорционированную канифоль. Канифоль (5 г) измельчали и растворяли в 10 мл этанола при 60°C. После охлаждения выпавшие кристаллы отфильтровывали под вакуумом. Перекристаллизацию повторяли дважды. Выход дегидроабиединовой кислоты составил 63,9% с температурой плавления 158–167°C. Содержание основного вещества составляло 87%.

Для выделения дегидроабиединовой кислоты через аммонийную соль, использовали диспропорционированную канифоль, выпускаемую на ОАО «Лесохимик». Канифоль (44,6 г) растворяли в 120 мл этанола при нагревании до 70°C. К полученному раствору приливали 8 г моноэтаноламина и 120 мл воды, нагретой до 70–80°C. Теплый раствор экстрагировали 3 раза по 75 мл петролейным эфиром, поддерживая температуру 60–70°C, для предотвращения образования кристаллов аммонийной соли. Далее раствор охлаждали и выпавшие кристаллы отфильтровывали и промывали на фильтре 120 мл холодного 50% этанола. Затем аммонийную соль растворяли в 80 мл горячего спирта и подкислили до pH 4–5 разбавленной соляной кислотой. После начала кристаллизации в раствор добавляли 20 мл воды. Кристаллы дегидроабиединовой кислоты отфильтровывали и промывали горячей водой, после чего перекристаллизовывали из 75% этанола. Выход кислоты составил 65,5%, температура плавления 168–174°C. Содержание основного вещества 96%. После повторной перекристаллизации фильтрата аммонийной соли можно получить кислоту с температурой плавления, соответствующей дегидроабиединовой.

Таким образом, выделение дегидроабиединовой кислоты из спирта позволяет получить менее чистую кислоту, а выделение через аммонийную соль дает более чистый продукт.

Литература

1. Кузнецов, Б.Н. Растительная биомасса – альтернативное сырьё для малотоннажного органического синтеза / Б.Н. Кузнецов // Рос. хим. ж. – 2004. – Т. XLVIII. – № 3. – С. 3.
2. Синтетические продукты на основе канифоли и скипидара: Труды 11 Всесоюзной науч.-техн. совещания по вопросам получения синтетических и модифицированных лесохимических продуктов на основе канифоли и скипидара. / Под ред. И.И. Бардышева. – Горький, 1970.
3. Галин, Ф.З. Синтез и превращения диеновых аддуктов смоляных кислот / Ф.З. Галин, О.Б. Флехтер, Е.В. Третьякова // Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. – 2004. – Т. 5, № 2. – С. 1–21.

4. Сяопин, Жао. Синтез и бактерицидная активность амидов дегидроабиетиновой кислоты / Жао Сяопин [и др.] // Химия растительного сырья. – 2008. – №2. – С. 91–94.
5. Рязанова, Т.В. Продукты переработки терпеноидов живицы / Т.В. Рязанова, Г.В. Тихомирова, И.С. Почкутов // Рос. хим. ж. – 2004. – Т. XLVIII. – № 3. – С. 95–107.

ІНГІБУЮЧІ ВЛАСТИВОСТІ ФУЛЕРЕНУ З ТІОФЕНОВОЮ ГРУПОЮ ПРИ ОКИСНЕННІ АРОМАТИЧНИХ СПОЛУК

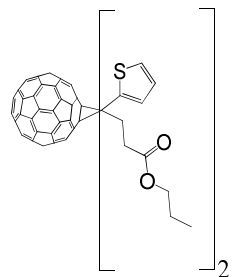
Жила Р.С.¹, Ковтун Д.М.¹, Трошин П.А.² к.х.н., ст. н.с.

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ)

²Інститут проблем хімічної фізики РАН (м. Чорноголовка)

На сучасному етапі ведеться активне дослідження паливно-мастильних матеріалів на основі ароматичних і гетероциклічних сполук для покращення їх експлуатаційних характеристик. Підбір та синтез необхідний у зв'язку із наступними тенденціями: збільшенням об'єму та асортименту паливо-мастильних матеріалів, що підлягають окисненню; підвищенням експлуатаційних вимог до палив та мастил; підвищенням вимог щодо токсичності інгібіторів окиснення; зміною сировинної бази синтезу інгібіторів окиснення; перехід на альтернативні палива та оливи із відновлюваної рослинної сировини.

Предметом вивчення нашого дослідження були антиокиснювальні властивості 61-тіофен-1,2-диметано[60]фулерен-61-γ-пропіонатпропану, який синтезований в інституті проблем хімічної фізики РАН, Чорноголовка, відділ кінетики і каталізу к.х.н. Трошиним П.А. за методикою [1].

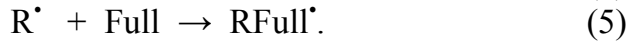
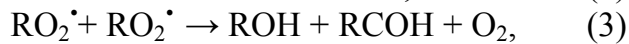
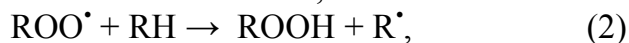
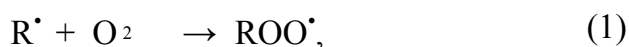
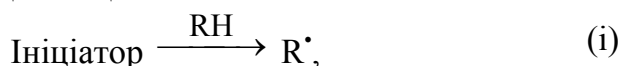


Бензиловий спирт марки «ч» очищали багаторазовим пропусканням через колонку з активованими оксидом алюмінію та вугіллям з подальшою дистиляцією при пониженому тиску в атмосфері аргону[2].

Як ініціатор ланцюгів окиснення 2,2'-азо-біс-ізобутиронітрил (АІБН) марки «ч» очищали методом перекристалізації з етилового спирту [2].

Інертний до окиснення розчинник хлорбензен осушували і очищували за методикою [2].

Ключові реакції ланцюгового окиснення бензилового спирту[3,4]:



Фулерен гальмує окиснення бензилового спирту при парціальних тисках кисню $P_{\text{O}_2} = 0,020\text{--}0,101$ МПа (рис. 1, 2).

Для того, щоб визначити скільки вільних радикалів обривається на одній молекулі досліджуваного фулерену та продуктами його перетворень в умовах ініційованого окиснення бензилового спирту за певний проміжок часу Δt , необхідно оцінити такий кінетичний параметр як бруто-стехіометричний коефіцієнт

інгібування f за рівнянням $f = \frac{W_i \Delta t}{\Delta[\text{Full}]}$ при $W_i \approx \text{const}$. В експерименті, коли $[\text{Full}]_0 = 7,02 \cdot 10^{-4}$ моль/л, $W_0 = 9,8 \cdot 10^{-7}$ моль/(л · с), $W_i = 2,98 \cdot 10^{-7}$ моль/(л · с), $P_{\text{O}_2} = 0,02$

МПа при $t = 4,3 \cdot 10^3$ с, $W_i = 6,2 \cdot 10^{-7}$ моль/(л · с) і $\alpha = 0,76$ – доля реакції (3) в обриві ланцюгів окиснення [5]. Підставивши ці дані в рівняння ми отримуємо $f = 2,1$.

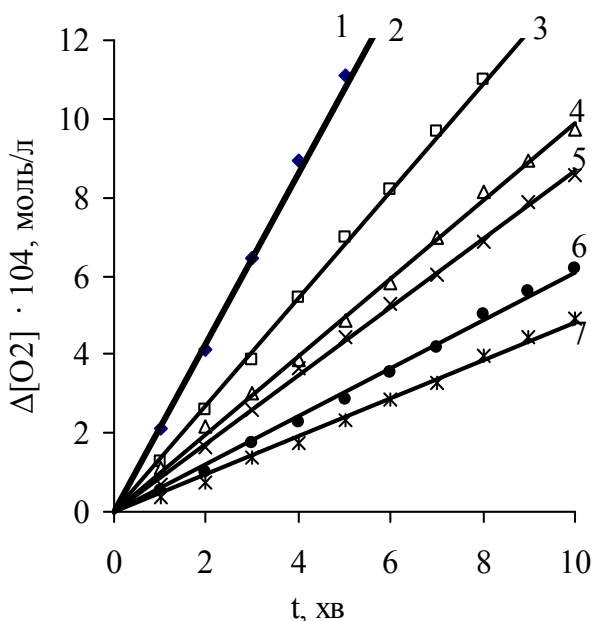


Рис. 1.

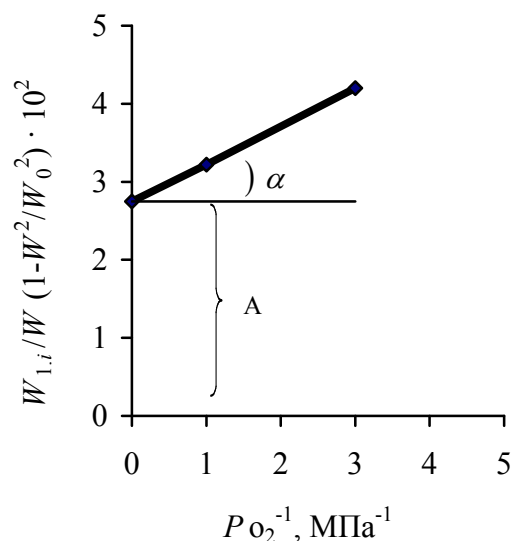
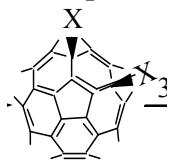


Рис. 2

Рис. 1 Кинетика поглинання кисню бензиловим спиртом при 323 К і $W_i = 2,98 \cdot 10^{-8}$ моль/(л · с): 1 – без фулерену при $P_{O_2} = 0,1$ МПа; 2 – без фулерену при $P_{O_2} = 0,02$ МПа; 3 – $[Full]_0 = 1,75 \cdot 10^{-4}$ моль/л, $P_{O_2} = 0,02$ МПа; 4 – $[Full]_0 = 3,51 \cdot 10^{-4}$ моль/л, $P_{O_2} = 0,02$ МПа; 5 – $[Full]_0 = 5,26 \cdot 10^{-4}$ моль/л, $P_{O_2} = 0,02$ МПа; 6 – $[Full]_0 = 7,02 \cdot 10^{-4}$ моль/л, $P_{O_2} = 0,1$ МПа; 7 – $[Full]_0 = 7,02 \cdot 10^{-4}$ моль/л, $P_{O_2} = 0,02$ МПа.

Рис. 2 Залежність параметру $F = W_i/W(1-W^2/W_0^2)$ від $P_{O_2}^{-1}$ при ініційованому окисненні бензинового спирту (9,64 моль/л) інгібованого екзомодифікованим фулереном ($7,02 \cdot 10^{-4}$ моль/л) при 323 К і $W_i = 2,98 \cdot 10^{-8}$ моль/(л · с).

Отже, стехіометричний коефіцієнт обриву ланцюгів окиснення бензинового спирту на фулерені близький до двох, що знаходиться у відповідності з процесом поліприсоединення радикалів до нього. В бензиловому спирті він зупиняється на утворенні диалкіл- і дипероксифулеренів X_2C_{60} .



Для вивчення механізму інгібування процесу ініційованого окиснення бензинового спирту потрібно було визначити з якими радикалами взаємодіє фулерен. Кинетичним тестом визначення відповідних характеристик являється постійна швидкість ініційованого окиснення субстратів W_0 без інгібітора і її незалежність від $P_{O_2} = 0,02-0,1$ МПа (рис.1, співпадіння прямих 1 і 2). При додаванні фулерену залежність від P_{O_2} починає проявлятися (рис. 1, прямі 6 і 7). Виходячи з цього інгібуюча дія фулерену обумовлена його одночасною взаємодією з радикалами $R^\bullet$ і $ROO^\bullet$. Це веде до отримання стабільних фулеренцентрованих радикалів $RC_{60}^\bullet$ і $ROOC_{60}^\bullet$. При цьому залежність швидкості окиснення бензинового спирту від P_{O_2} в присутності екзомодифікованого фулерену описується рівнянням [6]:

$$\frac{W_i}{W} \left(1 - \frac{W^2}{W_0^2} \right) = A + B P_{O_2}^{-1}$$

$$A = \frac{2k_4[InH]_0}{k_2[RH]},$$

де

$$B = \frac{2k_5[InH]_0}{k_1\gamma},$$

коефіцієнт Генрі $\gamma = [O_2]/P_{O_2}$.

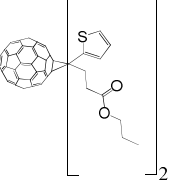
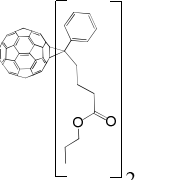
(6)

(7)

С урахуванням величин $A = (2,85 \pm 0,1) \cdot 10^{-2}$ (рис. 2), $[Full]_0 = 7,02 \cdot 10^{-4}$ моль/л, $[RH]_0 = 9,64$ моль/л і $k_2 = 6,6$ л/(моль · с) оцінюємо константу швидкості взаємодії пероксильних радикалів с фулереном по рівнянню (6): $k_4 = 1,26 \cdot 10^3$ л/(моль · с).

Якщо величина $B = \lg \alpha = (2,42 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$, $[Full]_0 = 7,02 \cdot 10^{-4}$ моль/л, коефіцієнт Генрі $\gamma = (10,86 \pm 0,8) \cdot 10^{-2}$ моль / (л · МПа), $k_1 = 7,9 \cdot 10^8$ л / (моль · с), то отримуємо з рівняння (7) константу швидкості взаємодії алкільних радикалів с фулереном: $k_5 = 1,38 \cdot 10^6$ л/(моль · с).

Таблиця. Кінетичні характеристики обриву ланцюгів ініційованого окиснення бензилового спирту фулеренами

Фулерен	$k_4 \cdot 10^2$, л/(моль · с)	$k_5 \cdot 10^7$, л/(моль · с)	f
C_{60}	1,43	1,3	2
	12,6	0,138	2
	5,52 [7]	1,86 [7]	2 [7]

Нами були вперше визначені експериментально константи швидкості обриву ланцюгів окиснення бензилового спирту по алкільних (k_5) і пероксильних радикалах (k_4) при інгібуванні 61-тіофен-1,2-метано[60]фулерен-61-γ-пропіонатпропаном. Фулерен модифікований тіофеновою групою на порядок покращив показники інгібування процесів окиснення бензилового спирту по пероксильних і алкільних радикалах в порівнянні з немодифікованим фулереном C_{60} . Порівнюючи фулерени модифіковані бензойною групою (61-бензен-1,2-метано[60]фулерен-61-γ-пропіонатпропан) [7] і тіофеновою, то простежується зростання активності взаємодії з пероксильними радикалами і зниження з алкільними (табл.). Внесення тіофенової групи не призводить до зростання загального антиоксидантного ефекту інгібітора окиснення.

Література

1. Skiebe A. A facile method for the synthesis of amino acid and amido derivatives of C_{60} / A. Skiebe, A. Hirsch // J. Chem. Soc., Chem. Commun. – 1994. – Issue 3. – P. 335–336.
2. Органические растворители. Физические свойства и методы очистки / [Вайсбергер А., Проскауэр Э., Риддик Дж. и др.]; пер. з англ. Н.Н. Тихомирова. – М.: Издательство иностранной литературы, 1958. – 520 с.
3. Шендрик А.Н., Мыцык Н.П. Кинетические параметры окисления бензилового спирта // Кинетика и катализ. – 1977. – 18. – в.4 – С. 1077.
4. Ковтун Г. А., Химия ингибиторов окисления органических соединений / Г. А. Ковтун, В.А. Плужников. – К.: Наук. думка, 1995. – 296 с.
5. Денисов Е.Т. Ингибирование цепных реакций / Е.Т. Денисов, В.В. Азатян. – Черноголовка: РАН, 1997. – 267 с.
6. Ковтун Г.О., Жила Р.С., Каменєва Т.М. Механізм інгібуючої дії фулерену C_{60} при окисненні бензилового спирту // Доп. НАН України. 2007. № 12. С. 138–143.
7. Жила Р.С., Ковтун Д.Н., Трошин П.А. Антиокислительные свойства фуллерена C_{60} экзомодифицированного производным с бензойной группой // International Scientific

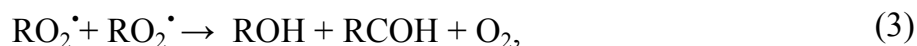
ІНГІБУВАННЯ ОКИСНЕННЯ БЕНЗИЛОВОГО СПИРТУ ФУЛЕРЕНОМ C₆₀Cl₂₈

Жила Р.С., Бабіюк Ю.Ю.

Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ)

Значна увага як в Україні, так і за кордоном приділяється хімії інгібіторів окиснення (антиоксидантів, антиокиснювальних присадок, стабілізаторів окиснення), тобто речовинам, що мають здатність забезпечувати збереження властивостей органічних речовин та мастильних матеріалів в умовах зберігання, переробки та використання. Розробка з 1990 р. препаративного методу синтезу фулеренів сприяла пошуку перспективних напрямків їх застосування в галузі інгібіторів окиснення [1].

Ключовими в процесі інгібування фулеренами ланцюгового окиснення органічних сполук являються реакції, рівняння яких наведені нижче:



Галогенований фулерен одночасно взаємодіє з алкільними і пероксильними радикалами, що описується рівнянням [1]:

$$\frac{W_i}{W} \left(1 - \frac{W^2}{W_0^2} \right) = A + B P_{\text{O}_2}^{-1} \quad (6), \quad \text{де} \quad A = \frac{2k_4[\text{InH}]_0}{k_2[\text{RH}]} \quad (7), \quad B = \frac{2k_5[\text{InH}]_0}{k_1\gamma} \quad (8),$$

коэф. Генрі $\gamma = \frac{[\text{O}_2]}{P_{\text{O}_2}}$

Таблиця. Константи швидкості

обриву ланцюгів ініційованого окиснення
бензилowego спирту фулеренами при 50 °С

Фулерен	$k_4, 10^2$, л/(моль · с)	$k_5, 10^7$, л/(моль · с)
C ₆₀	1,43	1,3
C ₆₀ Cl ₂₈	5,47	2,37

Нами отримані константи швидкості обриву ланцюгів ініційованого окиснення бензилowego спирту по алкільних (k_5) і пероксильних (k_4) радикалах відповідними фулеренами. З урахуванням величин $A = 0,4 \cdot 10^{-2}$ (рис.), $[\text{C}_{60}\text{Cl}_{28}]_0 = 2,54 \cdot 10^{-4}$ моль/л, $[\text{RH}]_0 = 9,64$ моль/л та $k_2 = 6,6$ л/(моль · с) [2, 3] оцінена константа швидкості взаємодії пероксильних радикалів з C₆₀Cl₂₈ за рівнянням (7): $k_4 = 4,46 \cdot 10^2$ л/(моль · с).

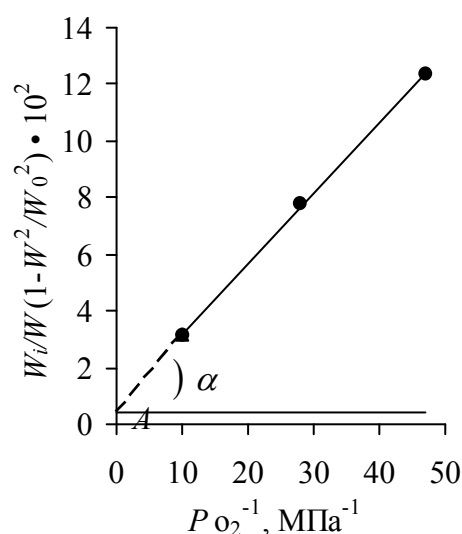


Рис. Залежність параметра $\frac{W_i}{W} (1 - \frac{W^2}{W_0^2})$ від $P_{\text{O}_2}^{-1}$ при ініційованому окисненні бензилowego спирту (9,64 моль/л в хлорбензені) інгібованого фулереном C₆₀Cl₂₈ ($2,54 \cdot 10^{-4}$ моль/л), 50 °С, $W_i = 2,98 \cdot 10^{-8}$ моль/(л · с).

З урахуванням $B = \operatorname{tg} \alpha = 1,24 \cdot 10^{-2}$ (рис.), була отримана константа швидкості обриву ланцюгів ініційованого окиснення бензилового спирту по алкільних радикалах $k_5 = 2,37 \cdot 10^7$ л/(моль·с).

Наявність в молекулі фулерену 28 атомів хлору збільшує константу швидкості обриву ланцюгів ініційованого окиснення бензилового спирту по пероксильних радикалах в 3,5 рази у порівнянні з вільним фулереном C_{60} . Одержані результати дозволяють оцінити потенційні можливості цих сполук як електроноакцепторів і в подальшому використовувати в якості антиоксидантів.

Література

1. Ковтун Г.О. Механізм інгібуючої дії фулерену C_{60} при окисненні бензилового спирту / Г.О. Ковтун, Р.С. Жила, Т.М. Каменєва // Доп. НАН України. – 2007. – № 12. – С. 138–143.
2. Шендрик А.Н. Кинетические параметры окисления бензилового спирта / А.Н. Шендрик, Н.П. Мыцык, И.А. Опейда // Кинетика и катализ. – 1977. – Т. 18. – Вып. 4 – С. 1077.
3. Шендрик А.Н. Кинетика и механизм гомолитического жидкофазного окисления бензилового спирта / А.Н. Шендрик, И.А. Опейда // Украинский химический журнал. – 1978. – Т.4. – №8. – С. 855–858.

ВІД'ЄМНИЙ КАТАЛІЗ ПРИ ОКИСНЕННІ БЕНЗИЛОВОГО СПИРТУ ПРИДИЛПІПЕРАЗИНОВИМИ ПОХІДНИМИ ФУЛЕРЕНУ C_{60}

Жила Р.С.¹, Біла Я.Ю.¹, Трошин П.А.²

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ)

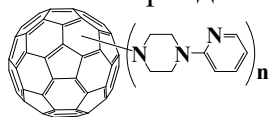
²Інститут проблем хімічної фізики РАН (м. Чорноголовка, Росія)

Потенційно перспективними антиоксидантами є фулерени та їх хімічно модифіковані похідні [1–2].

Волюмометричне визначення антиоксидантної активності азотовмісних похідних фулерену C_{60} проводили на модельній реакції радикально-ланцюгового ініційованого окиснення бензилового спирту (БС) в стандартних умовах при температурі $50 \pm 0,2$ °С і швидкості ініціювання $W_i = 2,98 \cdot 10^{-8}$ моль / (л · с) в кінетичному режимі окиснення на газометричній установці. При кінетичному режимі окиснення ця установка дозволяє вимірювати швидкість поглинання кисню W від 10^{-8} до 10^{-4} моль / (л · с) і конверсії субстрату окиснення 0,1-1,0%. Випадкова похибка вимірювань становить 3-5%.

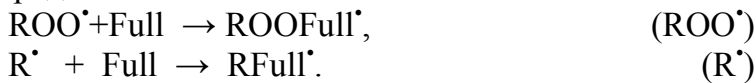
БС марки "ч" сушили над прожареним K_2CO_3 (24 год). Для видалення пероксидів його переганяли при пониженому тиску з додаванням ферум(III)ацетилацетонату в середовищі аргону, відбирали фракцію, яка кипить при 73-74 °С / 0,6 кПа. Ініціатором окислювальних процесів обраний 2,2-азо-біс-ізобутиронітрил (АІБН) марки "ч" (Merck, Німеччина). АІБН очищали методом перекристалізації з етанолу (температура насиченого розчину 35 °С). Температура плавлення 105-106 °С (з розкл.), що відповідає літературним даним.

В якості інертного до окислення розчинника використовували хлорбензен (Merck, Німеччина). Осушення та очищення хлорбензолу проводили за методикою [3]. Спрямований синтез потенційних антиоксидантів (АО) здійснено в Інституті проблем хімічної фізики РАН. Досліджувані структури розрізняються будовою і кількістю приєднаних азотовмісних груп [4]:



$n = 6, 8, 14$ (I-III)

Нами вивчена група нових екзомодифікованих фулеренів, отриманих на основі C_{60} та гетероциклічних нітрогенвмісних сполук 1-(2-піридил)піперазину і 2-(1-піперазиніл)піримідину. При дослідженні кінетики гальмування окиснення БС фулереном (I) нами виявлено обрив ланцюгів за рахунок реакцій як з пероксильними, так і з алкільними радикалами:



Досліджувані азотвмісні фулерени гальмують авто- і ініційоване окислення БС при парціальних тисках кисню $P_{O_2} = 0,02-0,1$ МПа. Виявлено, що початкова швидкість інгібированного окислення БС обернено пропорційна концентрації фулерену і прямо пропорційна швидкості ініціювання ланцюгів окиснення, тобто описується кінетичним рівнянням: $W = \text{const } W_i / [\text{Full}]_0$.

Визначені ефективні константи швидкості реакції алкільних ($k_{R^\bullet}$) і пероксильних ($k_{\text{ROO}^\bullet}$) радикалів з нітрогенвмісними похідними фулерену C_{60} представлені в таблиці.

Таблиця. Константи швидкості обриву ланцюгів окиснення бензилового спирту інгібіторами

Інгібітори	$k_{\text{ROO}^\bullet}, 10^2$ л/(моль · с)	$k_{R^\bullet}, 10^7$, л/(моль · с)
C_{60}	1,4	1,3
I	6,1	0,11
II	10	—
III	27,8	—
1-(2-піридил)піперазин	4,74	0,15

Виявлено немонотонність змін цих ефективних констант швидкості в залежності від хімічної будови та кількості 1-(2-піридил)-піперазинових замісників у фулереновому каркасі.

Досліджені сполуки каталітично (багаторазово) беруть участь в актах обриву ланцюгів окиснення БС (брутто-стехіометричні коефіцієнти ($f = \tau_{\text{екс}}/\tau \gg 16$)).

Література

1. Ковтун Г.О., Жила Р. С., Каменева Т. М., Плужніков В. О. Фулерени – антиокиснювальні присадки до нафтопродуктів // Доп. НАН України. – 2008. – № 11. – С. 134-136.
2. Полункин Е.В., Каменева Т.М., Пилявский В.С., Жила Р.С., Гайдай О.А., Трошин П.А. Антиокислительные и противозадирные свойства галогенированных фуллеренов // Катализ и нефтехимия. – 2012. – № 20. – С. 70-74.
3. Органические растворители. Физические свойства и методы очистки / [Вайсбергер А., Проскауэр Э., Риддик Дж. и др.]; пер. з англ. Н.Н. Тихомирова. – М.: Издательство иностранной литературы, 1958. – 520 с.
4. Трошин П.А., Трошина О.А., Любовская Р.Н. и др. // Функциональные производные фуллеренов: методы синтеза и перспективы использования в органической электронике и биомедицине. – Иваново: Иван. гос. ун-т, 2010. – 320 с.

КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ДИОКСИДАМИ ОЛОВА, ТИТАНА И ЦИРКОНИЯ ВАНАДИЙОКСИДНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ В ОКИСЛЕНИИ 4-МЕТИЛПИРИДИНА

Михайловская Т.П., Курмакызы Р., Воробьев П.Б.

АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», г. Алматы, Казахстан

Окислительные процессы широко применяются в синтезе лекарственных веществ и витаминов.

Изоникотиновая кислота находит широкое применение в медицине, она является сырьем для синтеза противотуберкулезных препаратов. Известны различные способы синтеза изоникотиновой кислоты. Благодаря простоте аппаратного оформления и высокой экологичности наиболее перспективным является гетерогенно-каталитическое окисление 4-метилпиридина кислородом воздуха в реакторе проточного типа.

В АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова» Республики Казахстан разрабатывается технология синтеза изоникотиновой кислоты прямым каталитическим окислением 4-метилпиридина на оксиднованадиевых катализаторах.

Нами исследовано модифицирующее действие диоксидов титана, олова и циркония на активность и селективность оксиднованадиевого катализатора в парофазном окислении 4-метилпиридина. Установлено, что каталитическая активность контактов возрастает при добавлении данных оксидов к V_2O_5 . Наибольший выход изоникотиновой кислоты, полученный при окислении 4-метилпиридина на бинарных V-Sn- и V-Zr-оксидных катализаторах, составил 55-57 % от теории.

Продолжением этих исследований стало изучение каталитических свойств трехкомпонентных V-Ti-Sn- и V-Ti-Zr-оксидных систем в окислении 4-метилпиридина в изоникотиновую кислоту. В результате проведенных исследований установлено, что трехкомпонентные оксидные системы проявляют более высокую активность, по сравнению с бинарными контактами, что проявлялось в увеличении выхода целевого продукта и снижении оптимальной температуры реакции. Так, например, при температуре 270 °С конверсия исходного вещества на V-Ti-Zr-оксидном катализаторе достигает 92 %, в то время как на V-Ti-оксидном катализаторе она составляет 74 %.

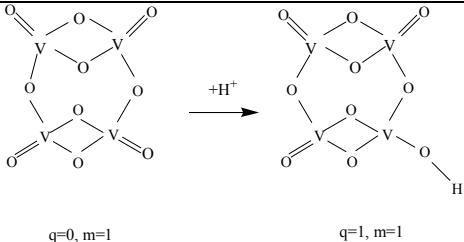
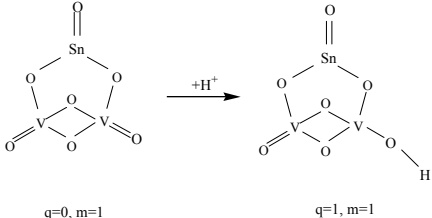
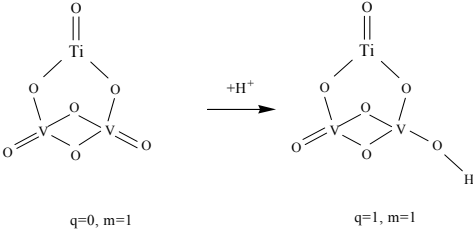
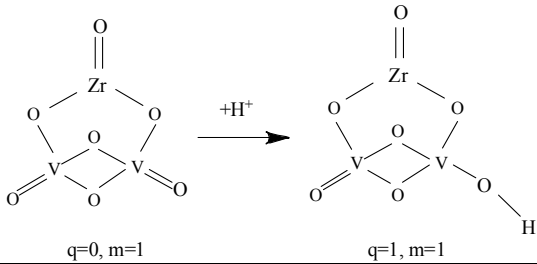
Трехкомпонентные V-Ti-Sn- и V-Ti-Zr-оксидные контакты отличаются от бинарных систем и более высокой селективностью образования изоникотиновой кислоты. На оксидном ванадийтитановом катализаторе изоникотиновая кислота образуется с выходом 60 % при температуре 330 °С, а на изученных тройных оксидных системах она получена с выходом 73% на V-Ti-Zr-O катализаторе при температуре 230-250 °С и с выходом 75% при температуре 330 °С на V-Ti-Sn-O контакте.

Нами предпринята попытка теоретического обоснования высоких каталитических свойств тройных оксидных систем. Известно, что 4-метилпиридин является слабой СН-кислотой [1] и под действием нуклеофильного кислорода поверхности ванадийоксидных катализаторов [2] способен отдавать протон метильной группы с образованием карбаниона на начальных стадиях процесса. Исходя из этого, нами проведена квантово-химическая оценка влияния оксидов-промоторов различной природы на сродство к протону (нуклеофильность) связанного с ванадием кислорода с помощью расчетов методом DFT с использованием программы G09W (табл. 1 и 2).

Активные центры изучаемых катализаторов, играющие роль акцепторов протона, моделировали кластерами, содержащими фрагменты V_2O_5 и оксидов-

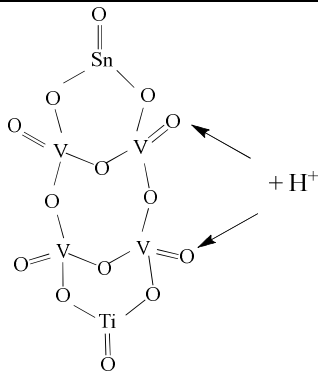
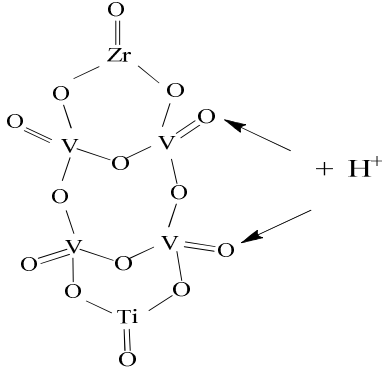
промоторов. Установлено, что введение в кластер V_4O_{10} сразу двух фрагментов оксидов-модификаторов (SnO_2 и TiO_2 или TiO_2 и ZrO_2) приводит к значительному увеличению сродства к протону связанного с ванадием активного кислорода поверхности.

Таблица 1 – Полные энергии ванадийсодержащих кластеров и их протонированных форм ($E_{полн}$), сродство к протону кислорода, связанного с ионом ванадия (СП), рассчитанные методом DFT (B3LYP/LanL2DZ).

Реакция	$-E_{полн}$, ат. ед.		СП ¹ , кДж·моль ⁻¹
	начальное состояние	конечное состояние	
 q=0, m=1 q=1, m=1	1038,1701913	1038,458359	756,6
 q=0, m=1 q=1, m=1	672,9076577	673,202349	773,7
 q=0, m=1 q=1, m=1	727,756851	728,0537084	779,4
 q=0, m=1 q=1, m=1	716,2660144	716,5813479	827,9
Примечание. 1 – СП = $(E_{нач} - E_{кон}) \cdot 2625,5$			

Сравнение трехкомпонентных и бинарных V-Ti-, V-Sn- и V-Zr-оксидных катализаторов показало, что суммирующий эффект воздействия двух оксидов-промоторов на нуклеофильность ванадильного кислорода существенно превосходит эффект каждого отдельного промотора в виде их простой суммы. Надо полагать, что полученные нами экспериментальные данные по окислению 4-метилпиридина в изоникотиновую кислоту и результаты квантово-химических расчетов свидетельствуют о проявлении синергизма [3] при переходе от бинарных V-Ti-, V-Sn- и V-Zr-оксидных контактов (табл. 1) к тройным V-Ti-Sn- и V-Ti-Zr-оксидным системам (табл. 2).

Таблица 2 – Полные энергии ванадийсодержащих кластеров и их протонированных форм ($E_{\text{полн}}$), сродство к протону кислорода, связанного с ионом ванадия (СП), рассчитанные методом DFT (B3LYP/LanL2DZ).

Реакция	$-E_{\text{полн}}$, ат. ед.		СП ¹ , кДж·моль ⁻¹
	начальное состояние	конечное состояние	
	1400,87024	1401,18833 1401,16991	835,1 786,8
	1444,2396955	1444,5640152 1444,5829975	851,5 901,3
Примечание. 1 – СП = $(E_{\text{нач}} - E_{\text{кон}}) \cdot 2625,5$			

Таким образом, в результате проведенных исследований сопоставлены каталитические свойства бинарных и трехкомпонентных катализаторов на основе пентоксида ванадия и диоксидов титана, олова и циркония, в окислении 4-метилпиридина в изоникотиновую кислоту. Установлено, что трехкомпонентные V-Ti-Sn-O и V-Ti-Zr-O катализаторы проявляют более высокую активность и избирательность действия в изучаемом процессе по сравнению с бинарными контактами. Полученные результаты представляют интерес для оптимизации технологии процесса прямого окисления 4-метилпиридина в изоникотиновую кислоту.

Литература

1. Кабачник М.И. Новое в теории кислот и оснований // Успехи химии. – 1979. – Т. 49, вып. 9. – С. 1523–1547.
2. Марголис Л.Я. Окисление углеводородов на гетерогенных катализаторах. – М.: Химия, 1977. – 328 с.
3. Третьяков В.Ф., Илолов А.М., Талышинский Р.М. Проявление синергизма в кристаллизации, катализе, химической и биологической индукции // Докл. АН Республики Таджикистан. – 2009. – Т. 52, № 10. – С. 789-792.

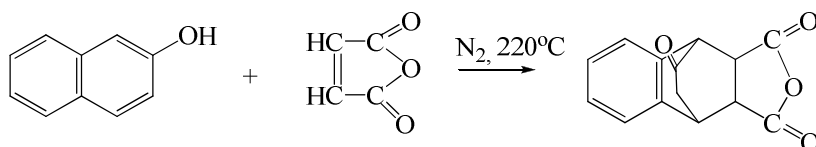
СИНТЕЗ МОДИФИЦИРОВАННОЙ МЕЛАМИНОАЛКИДНОЙ КОМПОЗИЦИИ С УЛУЧШЕННЫМИ ЗАЩИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Кротова О.А., Бобович Е.В., Крутько Э.Т. д.т.н., проф., Жарская Т.А. к.т.н., доц.

Белорусский государственный технологический университет

Меламиноалкидные смолы (МЛС) широко применяются в качестве пленкообразующей компоненты лакокрасочных материалов, используемых для создания защитных покрытий на металлических субстратах. Одним из путей варьирования свойств формируемых покрытий на основе МЛС является использование при их синтезе исходных ингредиентов различного химического строения.

Цель работы состояла в получении и исследовании защитных свойств меламиноалкидной композиции путем полной или частичной замены фталевого ангидрида при синтезе алкидной смолы, входящей в состав меламиноалкидного лака, на ангидрид 5,6-бензбицикло-[2,2,2]октанон-8-дикарбоновой-2,3 кислоты. Синтез ангидрида 5,6-бензбицикло-[2,2,2]октанон-8-дикарбоновой-2,3 кислоты (АББК) осуществляли по реакции Дильса-Альдера одностадийной конденсацией β -нафтола с малеиновым ангидридом в расплаве при 220 °С в течение 2-х часов в токе азота по схеме:



После перекристаллизации из этанола температура плавления АББК составляла 193 – 194 °С, что соответствует литературным данным [1]. Выход составлял 80 – 85 %.

Синтез фрагментированной АББК алкидной смолы осуществляли по двухстадийной схеме [2]. Полученную смесью меламинформальдегидной и алкидной смол пленкообразующую композицию наносили на стальные пластины из низкосортной стали и стеклянные подложки ручным способом. Отверждали при 130°С в течение 30 минут. Адгезионную прочность сформированных покрытий определяли по стандартной методике в соответствии с ISO 2409 и ГОСТ 15140-78. Прочность покрытий при изгибе определяли в соответствии с ISO 1519, ГОСТ 6806-73; твердость - ISO 1522.

В связи с тем, что стальные конструкции и устройства эксплуатируются не только внутри помещений но и во внешней, нередко агрессивно действующей на поверхность металла, среде, например, в воде, были проведены испытания защитных покрытий на водостойкость. Результаты исследований показали, что полученные меламиноалкидные композиции, содержащие в своем составе фрагменты АББК, обладают повышенной адгезией к металлическим поверхностям из низкосортной стали и водостойкостью по сравнению с защитными покрытиями, формируемыми в аналогичных температурно-временных режимах из меламиноалкидной смолы МЛ-0136, производимой в промышленных условиях.

Литература:

1. Вассерман, А. Реакция Дильса-Альдера / А. Вассерман; под ред. Л.М. Когана, О.Н. Темкина. – М.: Наука, 1968. – 460 с.
2. Синтез алкидных смол на основе ангидрида 5,6-бензбицикло-[2,2,2]-октанон-8-дикарбоновой -2,3-кислоты / А.И. Воложин [и др.] // Вес. АН БССР. Сер. хім. навук. – 1989. – № 4. – С. 54–56.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДНЫХ И СОЛЕВЫХ РАСТВОРОВ ПОЛИАКРИЛАМИДОВ

Волчков А.А., Воробьева Е.В., д.т.н., проф., Крутько Э.Т. д.т.н., проф.

Белорусский государственный технологический университет

Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси

Растворы полиакриламидов являются одними из наиболее распространенных промышленных флокулянтов, которые используются для водоочистки. Одной из важнейших характеристик этих растворов является их реология, то есть их текучесть. Исследования водных растворов полиакриламидов (ПАКА) проводятся уже в течение многих лет. Полученные закономерности положены в основу проектирования и использования систем водоочистки. Однако исследования растворов ПАКА в солевых средах весьма ограничены. Исследования в этом направлении могут способствовать оптимизации процессов водоочистки на предприятиях химической промышленности Республики Беларусь, расширению областей использования флокулянтов, модификации полиакриламидов с целью улучшения их реологических характеристик в солевых растворах.

Целью данного исследования является изучение степени растворения сополимеров полиакриламида в различных растворителях. О степени растворения полимера можно судить по вязкости полученного раствора. Исследования включали два этапа: приготовление раствора ПАКА и измерение вязкости полученного раствора. В качестве растворителя использовалась вода и 25% раствор NaCl. В качестве объектов исследования были выбраны 3 сополимера акриламида с концентрацией 0,5 мас. %: неионный (praestol 2500), анионный (praestol 2530), катионный (praestol 853). После растворения полимеров их растворы фильтровали на ситах с диаметром отверстий 0,21 мм для отделения гель-фракции. Вязкость полученного фильтрата измеряли на вискозиметре Брукфильда, принцип работы которого основан на сопротивлении исследуемой среды вращению цилиндрического шпинделя. Шпиндель выбирали исходя из нагрузки на него во время измерения (в интервале от 10 до 100%) - №18 и №16. На вискозиметре Брукфильда измеряли следующие параметры: вязкость, напряжение сдвига, скорость сдвига. По полученным данным показано, что вязкость растворов полимеров в воде уменьшается в ряду сополимеров анионный > катионный > неионогенный. Однако результаты растворения сополимеров в насыщенном солевом растворе не совпадают с такой зависимостью.

Так, при растворении в течение часа вязкость анионного сополимера становится меньше вязкости катионного, а при растворении в течение 24 часов практически равные вязкости катионного и анионного сополимеров становятся меньше неионогенного. На основании этого можно предположить, что во время растворения катионного и анионного сополимеров полиакриламидов происходит выведение их макромолекул из растворов за счет связывания с молекулами соли.

Таким образом, проведенное исследование показало, что реологические свойства солевых растворов полиакриламидов существенно отличаются от аналогичных характеристик водных растворов, причем наблюдалось выпадение солевых осадков (не установленного на данном этапе исследования) состава из растворов после введения в них анионного и катионного сополимеров акриламида.

НАНОСТРУКТУРИРОВАННАЯ МЕЛАМИНОАЛКИДНАЯ КОМПОЗИЦИИ

Кротова О.А., Бобович Е.В., Кудина Е.Ф. д.т.н., Крутько Э.Т. д.т.н., проф.

*Белорусский государственный технологический университет**Институт механики металлополимерных систем НАН Беларуси*

Целью работы является исследование наноструктурированной диоксидом кремния (SiO_2), предварительно обработанным уксусной кислотой, меламиналкидной смолы МЛ-0159, производимой в Республике Беларусь. Наноразмерный диоксид кремния, обработанный уксусной кислотой, был получен в Институте металлополимерных систем НАН Беларуси. Обработка SiO_2 уксусной кислотой производилась для улучшения совмещения смолы МЛ-0159 с наночастицами. Содержание модификатора составляло 0,1—0,3 мас. % от массы сухого остатка меламиналкидной смолы. Приготовление нанокомпозитных покрытий на основе лака МЛ-0159 и частиц SiO_2 осуществлялось прямым введением диоксида кремния в смолу с последующим тщательным перемешиванием. Формирование покрытий осуществляли на поверхности металлических пластин из низкосортной стали марки 08кп. Отверждение нанокомпозитного материала проводили при температуре $(25,0 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ в течение 24 часов.

Для полученных покрытий проводилось определение относительной твердости с помощью маятникового прибора по ISO 1522 и ГОСТ 2533-89; прочности покрытия при ударе с помощью прибора «Удар-Тестер» по ISO 6272 и ГОСТ 4765-73, адгезия покрытия к стальной подложке определялась с помощью метода решетчатого надреза с обратным ударом по стандарту ISO 2409.

В результате проведения данного исследования было установлено, что ведение в лак МЛ-0159 наноразмерных частиц SiO_2 в количестве 0,1 и 0,3 % мас. ухудшает свойства покрытий по сравнению с содержанием наноразмерной добавки в количестве 0,2 мас. %. Причем с изменением концентрации наномодификатора меньше 0,1 и больше 0,3 мас. % свойства покрытий ухудшаются в большей степени. При содержании наноразмерной добавки диоксида кремния в меламиналкидной композиции в количестве 0,2 мас. % механические свойства покрытия остаются на уровне немодифицированной смолы МЛ-0159. Однако важно отметить, что проведенное изучение водостойкости покрытия, сформированного с использованием меламиналкидной смолы, модифицированной диоксидом кремния, обработанным уксусной кислотой, в количестве 0,2 мас.% от массы сухого остатка смолы, повышает коррозионную стойкость поверхности субстрата из низкосортной стали почти вдвое. Например, подпленочная коррозия пластин из низко-сортной стали, защищенной покрытием, сформированным из исходной меламина-алкидной смолы, визуально наблюдалась через 30 суток экспозиции в водной среде (при нормальных условиях), в то время как поверхность металла сохранялась без видимых признаков подпленочной коррозии в течение 70 суток в случае защиты ее композицией меламиналкидной смолы, содержащей 0,2 мас.% диоксида кремния, обработанного уксусной кислотой.

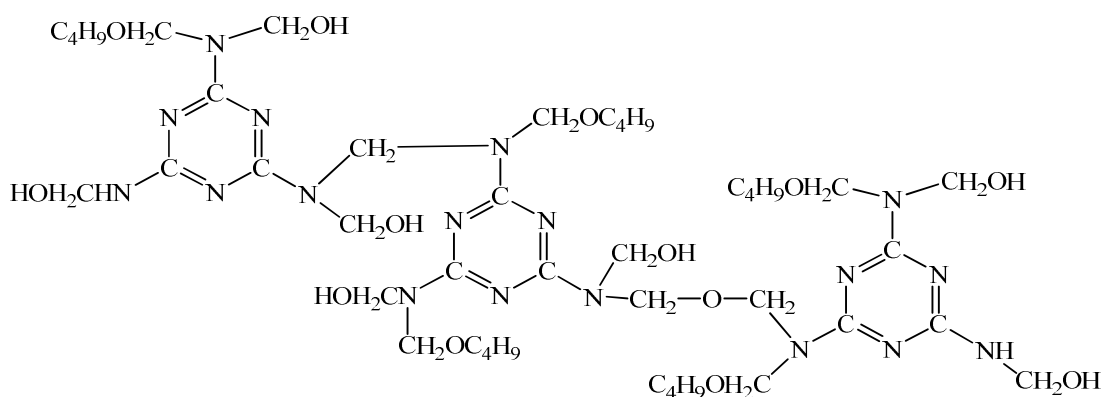
Таким образом в процессе исследования был обнаружен эффект антикоррозион-ного действия присутствующих в композиции меламиналкидной смолы нанодобавок диоксида кремния, обработанного уксусной кислотой, в количестве 0,2 мас. % от массы сухого остатка смолы, при, практически, неизменных механических характеристик формируемого защитного покрытия на субстратах из низкосортной стали.

СИНТЕЗ ВОДОСТОЙКОЙ МЕЛАМИНАЛКИДНОЙ КОМПОЗИЦИИ

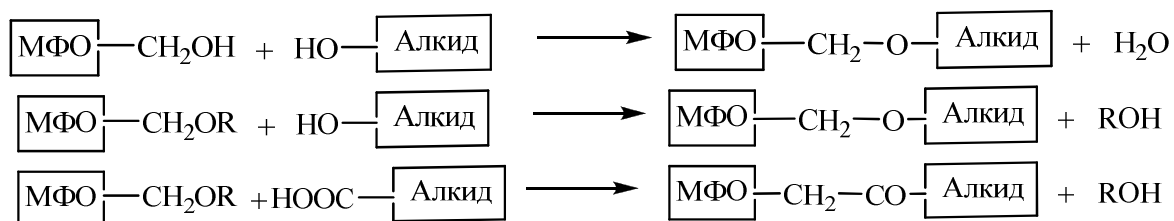
Кротова О.А., Журавлева М.В., Бобович Е.В., Иванова Н.П., к.х.н., доц., Жарская Т.А.
к.т.н., доц., Крутько Э.Т., д.т.н., проф.

Белорусский государственный технологический университет

Меламиноалкидные смолы (МЛС) широко применяются в качестве пленкообразующей компоненты лакокрасочных материалов, пригодных для создания защитных покрытий различного назначения. На схеме представлено строение малобутанолизированной высокорекреационноспособной меламиноформаль-дегидной смолы (МФС) :



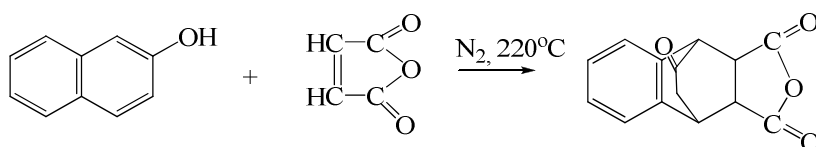
Степень гомоконденсации меламиноформальдегидного олигомера (МФО) зависит от его реакционной способности, наличия катализаторов, а также от температуры. Реакции самоотверждения олигомера увеличивают твердость и стойкость пленок к действию растворителей, однако приводят к снижению ударной прочности покрытий и адгезии. Однако МФС отверждаются не только за счет реакций гомоконденсации, но и в результате взаимодействия с другими полимерами (гетероконденсация), которые содержат гидроксильные, карбоксильные и амидные группы. Поэтому при получении ЛКМ их используют в сочетании с алкидными смолами, ненасыщенными полиэфирными, полиакрилатами. Возможно также протекание окислительной полимеризации в системе меламиноалкидной смолы за счет ненасыщенных связей в алкидных олигомерах, содержащих остатки ненасыщенных жирных кислот или растительных масел, что приводит к росту, разветвлению цепи и увеличению плотности молекулярной сетки а, соответственно, твердости и жесткости покрытий. В сочетании с алкидами МФС при горячей сушке отверждаются также за счет взаимодействия гидроксильных и карбоксильных групп алкидной смолы с метилольными или метилолэфирными группами МФО по схеме:



Но эти покрытия имеют и недостатки: относительно высокую хрупкость, низкую твердость, недостаточную адгезию, что приводит к снижению стойкости к действию воды, растворов кислот и щелочей. Наиболее эффективным и доступным способом улучшения комплекса эксплуатационных свойств лакокрасочных покрытий является

введение в состав промышленно-производимых полимерных пленкообразователей небольших количеств модифицирующих агентов. Модификацию МФС можно осуществлять также за счет использования при их синтезе исходных мономеров различного химического строения. Так, применение в качестве кислотной компоненты в алкидной составляющей МЛС циклоалифатических ангидридов или их хлорпроизводных обеспечивает увеличение твердости и огнестойкости соответствующих покрытий [2].

Цель работы состояла в получении и исследовании защитных свойств меламиналкидной композиции путем полной или частичной замены фталевого ангидрида при синтезе алкидной смолы, входящей в состав меламиналкидного лака, на ангидрид 5,6-бензбицикло-[2,2,2]октанон-8-дикарбоновой-2,3 кислоты. Синтез ангидрида 5,6-бензбицикло-[2,2,2]октанон-8-дикарбоновой-2,3 кислоты (АББК) осуществляли по реакции Дильса-Альдера одностадийной конденсацией β -нафтола с малеиновым ангидридом в расплаве при 220 °С в течение 2-х часов в токе азота по схеме:



После перекристаллизации из этанола температура плавления АББК составляла 193 – 194 °С, что соответствует литературным данным [1]. Выход составлял 80 – 85 %.

Синтез фрагментированной АББК алкидной смолы осуществляли по двухстадийной схеме [2]. Полученную смесью меламинаформальдегидной и алкидной смол пленкообразующую композицию наносили на стальные пластины из низкосортной стали и стеклянные подложки ручным способом. Отверждали при 130°С в течение 30 минут. Адгезионную прочность сформированных покрытий определяли по стандартной методике в соответствии с ISO 2409 и ГОСТ 15140-78. Прочность покрытий при изгибе определяли в соответствии с ISO 1519, ГОСТ 6806-73; твердость - ISO 1522.

В связи с тем, что стальные конструкции и устройства эксплуатируются не только внутри помещений но и во внешней, нередко агрессивно действующей на поверхность металла среде, например, в воде, были проведены испытания защитных покрытий на водостойкость. Результаты исследований показали, что полученные меламиналкидные композиции, содержащие в своем составе фрагменты АББК, обладают повышенной адгезией к металлическим поверхностям из низкосортной стали и водостойкостью по сравнению с защитными покрытиями, формируемыми в аналогичных температурно-временных режимах из меламиналкидной смолы МЛ-0136, производимой в промышленных условиях.

Для оценки защитных свойств и выбора концентрации модификатора в полимерном эпоксидном покрытии в работе использовано электрохимическое исследование - изучение временной зависимости стационарного потенциала системы металл – покрытие и снятие анодных поляризационных кривых.

Измерение потенциалов системы металл – покрытие проводили в 0,5% HCl при температуре 20±2°С в шкале хлорсеребряного электрода сравнения в течение 24 часов, затем значения пересчитывали в шкалу стандартного водородного электрода. Схема электрохимической ячейки для измерения потенциала электрода представлена на рис.1.

Снятие анодных поляризационных кривых в 0,5% HCl проводили с использованием потенциостата ПИ-50-1 и программатора задающего напряжения ПР-8 в потенциостатическом режиме. Испытания проводили с помощью установки, изображенной на рисунке 2.

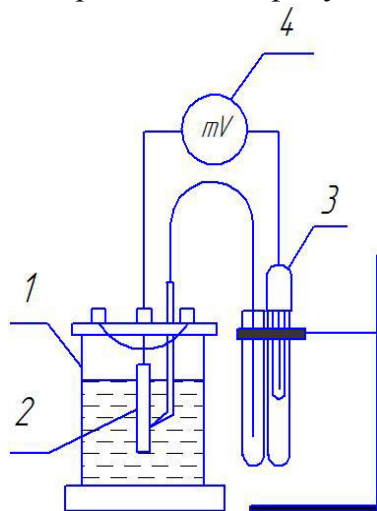


Рисунок .1 – Электрохимическая ячейка для измерения потенциала электрода
1 .-электрохимический стакан; 2 – рабочий электрод; 3 – электрод сравнения (хлорсеребряный электрод); 4 – милливольтметр.

Перед снятием анодной поляризационной кривой определяли величину равновесного потенциала системы металл – покрытие в течение 5 минут.

Анодную поляризацию проводили в потенциостатическом режиме при ступенчатом изменении потенциала через 20 mV с выдержкой тока при каждом потенциале в течение 1 мин.

Обработка полученных экспериментальных результатов проводилась с использованием пакета Excel.

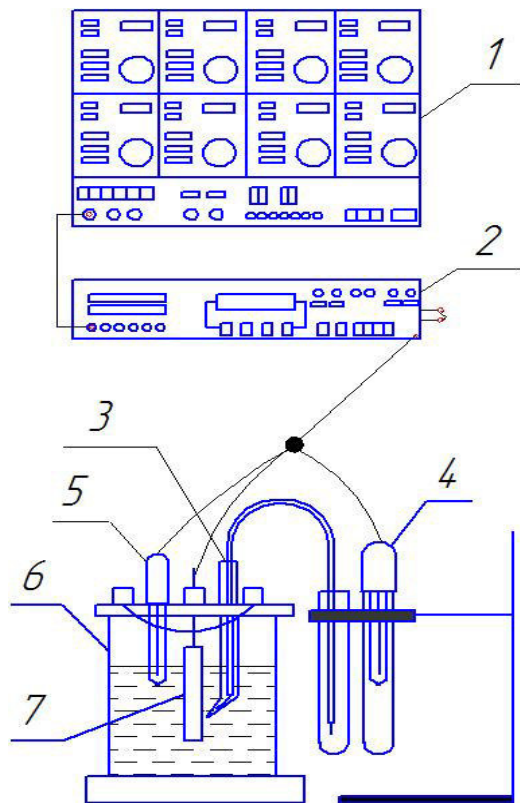


Рисунок 2– Схема установки для снятия поляризационных кривых
1 – потенциостат ПИ-50-1; 2 – программатор ПР-8; 3 –капилляр Луггина;
4 – электрод сравнения (хлорсеребряный электрод); 5 – вспомогательный электрод; 6 – электрохимический стакан; 7 – рабочий электрод.

Для оценки длительности защитного действия исследуемых покрытий составили коррозионный элемент из двух электродов, один из которых с покрытием, а другой – без покрытия. Исследования по изучению электродных потенциалов коррозионных

элементов неокрашенная углеродистая сталь 08 кп- окрашенная сталь (меламиналкидное покрытие без модифицирующего реагента), электродные потенциалы коррозионного элемента неокрашенная углеродистая сталь 08кп – окрашенная сталь (меламиналкидное покрытие, содержащее алкидный олигомер, модифицированный АББК) в 0,5% HCl в течение 14 сут показали, что потенциалы электродов с меламиналкидным покрытием значительно положительнее потенциала углеродистой стали, однако разница в значениях потенциалов составляет 0,009 В для всех изученных систем. Следовательно, в коррозионном элементе, который может возникнуть на поверхности металла с покрытием при нарушении покрытия участка, несущие защитный слой, будут служить катодами.

Приобретение металлом с покрытием более положительного потенциала может явиться косвенным доказательством того, что анодная реакция ионизации металла, определяющаяся в данном случае возможностью диффузии ионов через пленку, в большей степени затруднена, чем катодная реакция, заключающаяся в восстановлении кислорода. Реагенты (O_2 и $2H_2O$), необходимые для протекания катодной реакции ($O_2 + 4e + 2H_2O = 4OH^-$), легко проникают через пленки. В противном случае мы наблюдали бы сильную концентрационную поляризацию по кислороду, и металл с покрытием приобрел бы более отрицательный потенциал по сравнению с потенциалом образца без покрытия.

В коррозионных системах электроды с меламиноалкидным покрытием, имеющим в своем составе модификатор АББК, обладают более положительным потенциалом по сравнению с меламиноалкидным покрытием без модификатора.

Экспериментально полученные временные зависимости значений силы тока в исследованных коррозионных элементах показали, что при постепенном увеличении тока и падении сопротивления в системах полимерных меламиналкидных покрытий наблюдается значительное повышение влагопроницаемости и проводимости. В меламиналкидном покрытии покрытий. Более существенно это наблюдается в покрытии из немодифицированного меламиналкидного олигомера.

Необходимо отметить, что сопротивление в коррозионном элементе включает как омические, так и поляризационные составляющие. Доказательством этого служит отсутствие линейной зависимости между разностью потенциалов электродов и током (разность между потенциалами электродов остается практически постоянным для всех изученных систем. Наибольшим сопротивлением обладает система с катодом с меламиналкидным покрытиемфрагментированным АББК Данные экспериментов показали, что сила тока в электролите не превышает 0,15 mA на девятые сутки в то время как в коррозионном элементе с катодом, покрытым немодифицированным меламиноалкидным покрытием - 0,36 mA (По истечении 11 суток сила тока начинает резко возрастать для всех коррозионных элементов, что, очевидно, связано с нарушением целостности покрытия и возможным его отслаиванием).

Важно отметить, что в коррозионных элементах с катодами, покрытыми модифицированным АББК меламиноалкидным покрытием, сила тока ниже, чем для немодифицированного полимерного покрытия. Следовательно, начальное и конечное сопротивление модифицированных АББК меламиноалкидных покрытий выше по сравнению с немодифицированным меламиноалкидным покрытием.

Таким образом вводимый в полимерное меламиноалкидное покрытие в качестве модификатора алкидной смолы АББК, обладающий бициклической структурой и карбонильной группой в цикле, позволяет увеличить адгезионную прочность формируемого защитного покрытия к поверхности низкосортной стали 08 кп, что приводит к увеличению водостойкости защитных покрытий на стальных поверхностях.

Литература

1. Вассерман, А. Реакция Дильса-Альдера / А. Вассерман; под ред. Л.М. Когана, О.Н. Темкина. – М.: Наука, 1968. – 460 с.
2. Синтез алкидных смол на основе ангидрида 5,6-бензбицикло-[2,2,2]-октанон-8-дикарбоновой -2,3-кислоты / А.И. Воложин [и др.] // Вес. АН БССР. Сер. хім. навук. – 1989. – № 4. – С. 54–56.

ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА СВОЙСТВА ПЕНОМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ И ЖИДКОСТЕКЛЬНОГО ГРАНУЛЯТА

Унковская В.В., Колтунов Е. И, Рымар Т. Э., к. т. н., доц.

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

Целью данной работы является исследование влияния наполнителей на свойства пеноматериалов, изготовленных на основе карбамидоформальдегидного связующего и гранулированного наполнителя.

Сбережение топливно - энергетических ресурсов, повышение эффективности тепловой защиты зданий и сооружений, промышленных объектов путем освоения энергоэффективных технологий и материалов являются приоритетными направлениями технико - экономического развития современного общества. Важная роль в обеспечении экономии тепловой энергии принадлежит высокоэффективной строительной и промышленной теплоизоляции. Среди теплоизоляционных материалов особое место занимают карбамидные пенопласты, достоинствами которых являются отличные теплофизические свойства, пожаробезопасность, дешевизна и недефицитность сырьевых компонентов, высокая технологичность. Неспособность к самостоятельному горению после удаления из пламени значительно снижают пожарную опасность карбамидного пенопласта по сравнению с широко применяемыми пенополистиролами и пенополиуретанами [1].

Тем не менее, при всех положительных характеристиках современным карбамидным пенопластам свойственны такие недостатки, как: низкая механическая прочность, высокое водопоглощение и значительные усадочные деформации, возникающие при отверждении и сушке. В данной работе для устранения этих недостатков предлагается в композицию вводить гранулированный наполнитель на основе жидкого стекла.

Получение теплоизоляционных блоков проходит в три стадии:

- первая – смешение карбамидоформальдегидной смолы (КФС) с целевыми добавками (поверхностно – активное вещество, наполнитель, газообразующий агент);
- вторая – введение в полученную смесь гранулированного наполнителя на основе жидкого стекла;
- третья – введение в композицию каталитической системы на основе ортофосфорной кислоты и этиленгликоля в мольном соотношении 1:0,5 и заливки композиции в форму, в результате чего композиция вспенивается и отверждается.

После полного отверждения композиции блок извлекают из формы и оставляют для окончательной сушки до постоянного веса при комнатной температуре.

Введение наполнителей применяется с целью улучшения механических и эксплуатационных характеристик целевого продукта, придания ему различных специфических свойств (плотность, пористость, текстура, цвет и т.д.), а также снижение усадки, гигроскопичности и стоимости. Выбор наполнителя определяется физико - механическими особенностями образования полимерных пен, их морфологией и назначением. К наполнителям предъявляют такие требования: 1. Хорошая смачиваемость жидким полимером; 2. Способность совмещаться с

полимером с образованием однородной массы; 3. Неизменность свойств при хранении и при переработке; 4. Минимальная стоимость [2]. Учитывая эти требования, в данной работе в качестве наполнителей были выбраны алебастр и цемент, которые, кроме того, при добавлении воды (которая содержится в КФС) связывает ее избыточное количество в своей кристаллической решетке, что позволит повысить прочность пенопласта [3], [4]. Также, что немало важно, выбранные наполнители являются экологически чистыми и огнестойкими компонентами.

Ниже приведены графики, которые позволяют более детально исследовать влияние разного количества выбранных наполнителей на свойства блочного теплоизоляционного материала.

Влияние количества наполнителя на плотность и поперечный диаметр пор блочного теплоизоляционного материала отражено на рисунке 1.

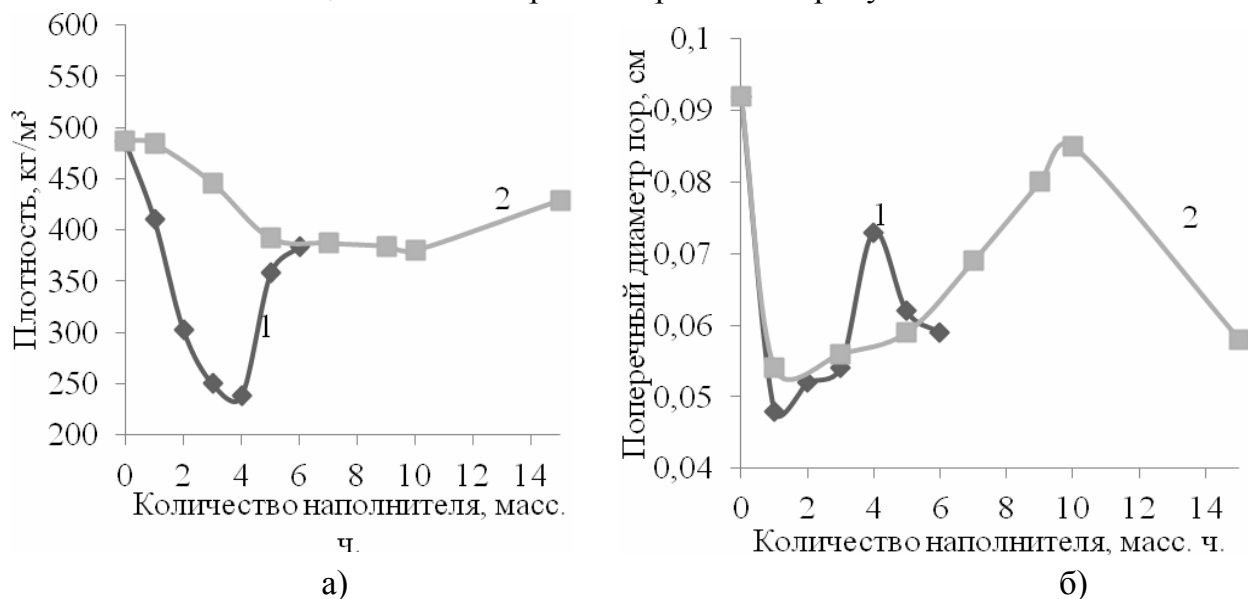


Рис. 1 Влияние количества наполнителя на а) плотность и б) поперечный диаметр пор блочного теплоизоляционного материала (1 – алебастр; 2 - цемент)

Как видно из графиков, изображенных на рисунке 1, образцы без добавления наполнителя имеют высокую плотность (487 кг/м^3) и малое количество пор (поперечный диаметр пор составляет $0,092 \text{ см}$), что характеризуется слишком быстрым поднятием пены, которая в дальнейшем оседает. Введение наполнителя позволяет снизить плотность и увеличить пористость образцов за счет увеличения содержания активных компонентов и их взаимодействия с КФС, что приводит к равномерному поднятию пены. Наименьшая плотность наблюдается при использовании алебаstra в количестве 4 масс. ч. и составляет 238 кг/м^3 . При увеличении количества алебаstra до 6 масс. ч. связующее имеет высокую вязкость, что приводит к увеличению плотности до 384 кг/м^3 – на графике образовывается точка экстремума. Такое увеличение плотности объясняется тем, что скорость отверждения выше скорости образования пор, что приведёт к фиксации низкократной пены и возникновению внутренних напряжений, приводящих к трещинообразованию, и, как следствие, ухудшению свойств пенопласта. При использовании цемента наименьшая плотность наблюдается при использовании 10 масс. ч. и составляет 380 кг/м^3 . Дальнейшее увеличение количества цемента приводит к увеличению плотности до 429 кг/м^3 . Очевидно, такое количество цемента приводит к активному взаимодействию его с водой, которая содержится в карбамидоформальдегидной смоле с образованием камневидного тела, вследствие чего снижается процесс вспенивания и растет плотность. Наименьший диаметр пор наблюдается при использовании в качестве наполнителя алебаstra в количестве 1 масс. ч. и составляет

0,048 см., но плотность такого образца высокая и составляет 411 кг/м^3 . Наибольший диаметр пор наблюдается при использовании цемента в количестве 10 масс. ч и составляет 0,085 см, а при использовании алебаstra - в количестве 4 масс. ч. и составляет 0,073 см. Такие материалы имеют неоднородную крупнопористую структуру и, как следствие, низкие прочностные характеристики. Дальнейшее увеличение количества наполнителей приводит к увеличению плотности, за счет повышения вязкости системы, вследствие чего пена не успевает полностью подняться.

Влияние количества наполнителя на водопоглощение и гигроскопичность (сорбционную влажность) блочного теплоизоляционного материала представлено на рисунке 2.

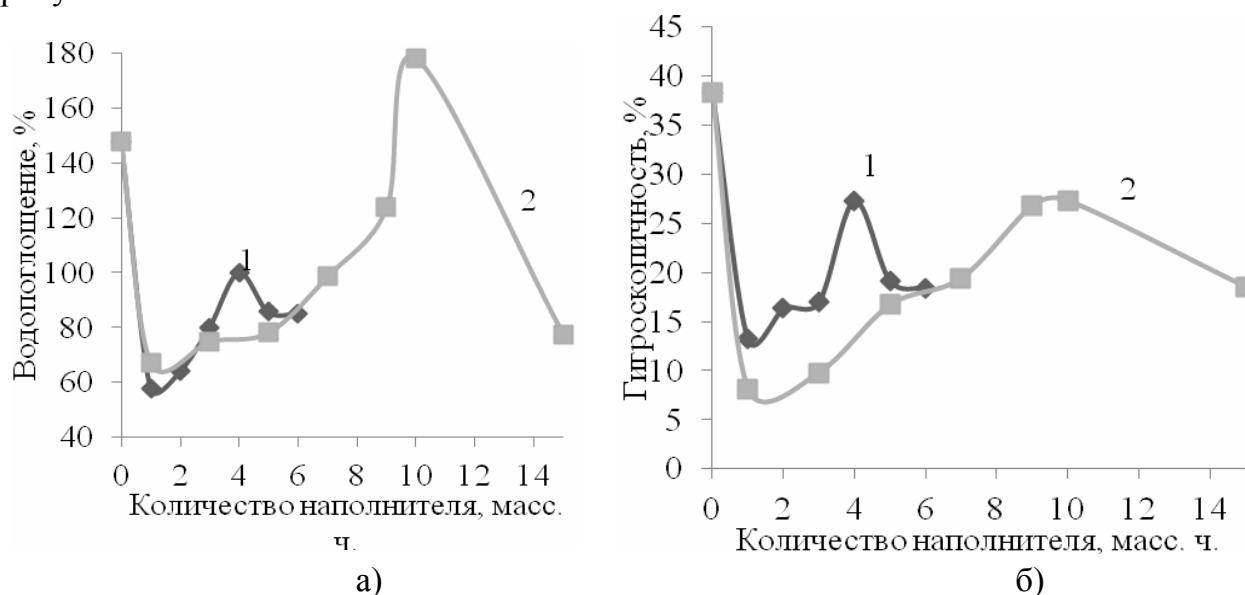


Рис. 2 Влияние количества наполнителя на а) водопоглощение и б) гигроскопичность блочного теплоизоляционного материала (1 – алебастр; 2 - цемент)

Как видно из рисунка 2, введение наполнителя в количестве 1 масс. ч. позволяет снизить показатели водопоглощения и гигроскопичности до 57,7 % и 13,2% соответственно при использовании алебаstra и до 67,2 % с 8,1 % соответственно – при добавлении цемента. С увеличением количества наполнителя показатели водопоглощения и гигроскопичности растут, так как увеличивается доля открытых пор и, следовательно, возможность насыщения образцов влагой также увеличивается. При введении алебаstra свыше 4 масс. ч. и цемента в количестве 15 масс. ч. показатели водопоглощения и гигроскопичности снижаются вследствие уменьшения пористости образцов.

Вывод. Оптимальным наполнителем для получения карбамидоформальдегидного пенопласта является алебастр в количестве 3 масс. ч. Такие образцы имеют однородную мелкопористую структуру в сочетании с низкой плотностью, которая составляет 250 кг/м^3 , а показатели водопоглощения и гигроскопичности составляют всего 80 % и 17 % соответственно.

Литература

1. Мубаракшина Л. Ф. Усиление карбамидных пенопластов активными наполнителями: автореф. дис. на соискание ученой степени кандидата технических наук: спец. 05. 23. 05 «Строительные материалы и изделия» / Л. Ф. Мубаракшина. – Казань, 2008. – 3с.
2. Наполнители [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.newchemistry.ru/dobavka.php?id=20>

3. Гипс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://antclub.ru/masterskaya/napolniteli/gips>
4. Взаимодействие цемента с водой и химический состав новообразований [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.masterbetonov.ru/content/view/17912/341/>

ПОЛУЧЕНИЕ ФОРМОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА И СИЛИКАТНЫХ СВЯЗУЮЩИХ

Урбанович Е. Е., Терещенко И. М. доцент к. т. н., Жих Б. П.

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

В течение длительного времени эталоном среди теплоизоляционных материалов являлось пеностекло, обладающее комплексом важных свойств: низкая теплопроводность ($\lambda=0,04 - 0,09$ Вт/(м·К)), и плотность ($\rho= 140 - 200$ кг/м³), досточная механическая прочность ($\sigma= 0,5 - 1,0$ МПа), химическая и биологическая стойкость, негорючесть, экологическая безопасность, практически неограниченный срок службы, широкий диапазон температуры эксплуатации ($-200..600$ °С). Однако этот вид теплоизоляторов, производимых по классической порошковой технологии, так и не стал материалом широкого потребления из-за высокой затратности производственного цикла. Основными недостатками порошковой технологии является жесткая привязка к сырью – стеклу определенного химического состава, необходимость его тонкого измельчения, использование дорогостоящих форм из жаростойкой стали. Сложный режим вспенивания и длительный отжиг приводят к значительным затратам энергоресурсов. В итоге стоимость 1 м³ блочного стекла достигала 300-350 у. е.

Попытки снизить технологические издержки и ценовую нагрузку на продукцию привели к появлению гранулированного пеностекла. Одним из важнейших технологических решений при этом стал переход от механизма сульфатного вспенивания к гидратному, что позволило снизить требования к сырью, например, использовать несортовой стеклобой. С этой целью к стеклобою обычно добавляют жидкое стекло, усиливая его способность к вспениванию углеродосодержащим компонентом. Гранулирование исходной шихты позволяет отказаться от металлических форм и отжига вспененных продуктов, существенно сократить и упростить режим вспенивания. В итоге стоимость гранулированного пеностекла значительно ниже чем у блочного, но этого недостаточно, чтобы успешно конкурировать на рынке с органополимерными или волокнистыми материалами. Именно поэтому, производители гранулированного пеностекла имеют проблемы со сбытом продукции, и производят ее в небольших объемах.

В итоге, при анализе ситуации, сложившейся в производстве пеностекла напрашивается вывод о бесперспективности использования специально сваренного стекла либо собранного у населения боя промышленного стекла для декларируемых целей. Действительно, разработанные и используемые технологии не могут быть отнесены к продвинутым в силу их иррациональности: стекло вначале варят при высокой температуре, удаляя большие количества газов, после чего его измельчают, вводят газообразователи и вновь подвергают термообработке.

Кроме того, стеклобой практически полностью рециркулируется в современных технологиях получения изделий из стекла и рассчитывать на него как на надежный вид сырья для производства пеностекла, вероятно, опрометчиво.

Так что же, следует считать, что стекло потеряло свою значимость, как основа для производства теплоизоляционных материалов? Нет, не стекло, а существующие

технологии его получения и переработки. Только принципиальные изменения существующих технологий, создание новых базирующихся на процессах, протекающих в тонкодисперсных силикатных смесях, позволяют сделать производство стекловидных ячеистых материал высокорентабельным, получить их новые виды, востребованные на рынке.

Разработками в области «золь-гель» процесса[1], а также работами по получению стекол химическим синтезом из суспензий[2] показано, что стеклообразование может протекать в области температур (750 – 800 °С) вместо традиционной (1400 – 1450 °С) при условии использования аморфного кремнеземистого сырья вместо кварцевого песка. При этом температурные области процессов стеклообразования и вспенивания накладываются друг на друга, что создает предпосылки для получения вспененного стекла в ходе одной термической обработки, уходя от процесса высокотемпературной варки стекла.

Так возникла и оформилась идея получения гранулированных материалов по одностадийной технологии низкотемпературного вспенивания[1-4], позволяющей совместить вспенивание полуфабриката парами воды (гидратный механизм) с одновременным его остеклованием.

На кафедре технологии стекла и керамики БГТУ разработана ресурсо-и энергосберегающая технология получения легких неорганических гранулированных материалов на основе кремнегеля – отхода производств, связанных с кислотной обработкой фосфатных руд. Данный материал практически не используется и загрязняет окружающую среду, представляя собой дисперсную систему, включающую до 70 % воды в исходном состоянии. В высушенном же виде – это аморфный кремнезем с насыпной плотностью около 350 кг/м³, причем именно микропористая структура определяет высокую эффективность технологии получения теплоизоляторов на его основе.

Использование отхода производства, отсутствие энергоемких технологических процессов и дорогостоящего оборудования, низкая температура однократной термообработки (менее 500 °С) обеспечивают себестоимость продукта в пределах 50–60 у.е. за 1 м³ в зависимости от размера гранул. По соотношению цена/качество полученный материал превосходит известные аналоги неорганической природы и конкурентен с пенопластами и стекловолокнистыми материалами, не имея их недостатков.

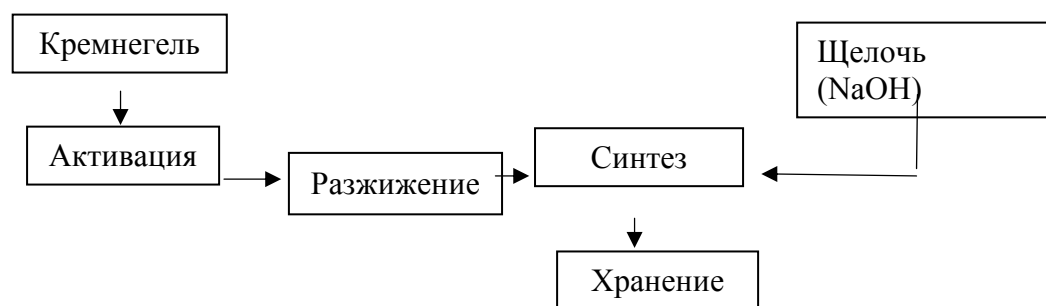
Как показали наработки, проведенные в последнее время, тепло- и звукоизоляционные гранулированные материалы не являются единственным продуктом, который может быть получен по разработанному технологическому процессу.

В ходе проводимых экспериментов было установлено, что суспензии гидратированных силикатов, получаемые на ранних стадиях технологии производства гранулированных материалов обладают вяжущими свойствами, из чего вытекает возможность их использования в качестве связующего для гранул.

В связи с этим обстоятельством, был проведен ряд экспериментов по двум направлениям:

- отработка технологических стадий получения силикатных связующих на основе кремнегеля;
- получение формованных изделий на основе предварительно синтезированных легких гранул и связующего.

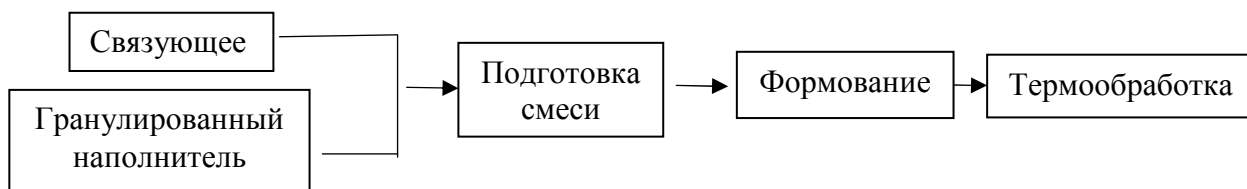
В ходе исследований по получению связующих отработан технологический процесс, схематически представленный ниже.



На первых стадиях происходит активация и разжижение кремнегеля, в результате чего повышается его химическая активность. Затем полученная суспензия подается в реактор, куда также вводится активный компонент – NaOH. Далее протекает синтез полисикатов натрия с заданным силикатным модулем. Контролируются условия синтеза, такие как режимы нагрева и продолжительность каждой стадии синтеза. После завершения синтеза полисикатное связующее охлаждается и затаривается. Полученное связующее представляет собой густую суспензию желтовато-серого оттенка с $\text{pH}=11,2 - 11,7$; $\rho=1,35 - 1,5 \text{ г/см}^3$.

Разработанные составы связующих имеют низкую себестоимость (в 2–2,5 раза ниже чем у жидкого стекла) и использованы для получения формованных материалов на основе гранул «Siver».

Технология получения формованных изделий (блоков, плит) включает в себя стадии подготовки смеси наполнителя и связующего в заданном соотношении, формование в металлических формах, и термическую обработку формовок в электрической печи. Принципиальная схема получения формованных изделий представлена ниже:



На полученных образцах определялись плотность ($\sim 200 \text{ кг/м}^3$), механическая прочность (до 1 МПа) и теплопроводность ($\sim 0,07 \text{ Вт/(м·К)}$). Установлено, что плотность полученных изделий практически не зависит от содержания связующего в пределах 5 – 20 %, но в большей степени – от размера используемых гранул. А водостойкость, определяемая потерями массы при кипячении в течение 1 часа, несколько снижается, варьируется на уровне 4 – 7 %.

Полученные результаты указывают на то, что полисиликатное связующее обеспечивает несколько увеличенную механическую прочность нежели промышленное жидкое стекло, то есть вяжущая способность полученного полисиликатного связующего несколько выше, чем у промышленного жидкого стекла, при прочих равных условиях.

Здесь уместно заметить, что в соответствии с проведенными расчетами, энергозатраты на производство связующего по разработанной технологии составляют около 80 кВтч/т, в то время как в производстве жидкого стекла – 420–450 кВтч/т.

Резюмируя сказанное выше, можно утверждать, что в рамках рассматриваемой технологии может быть организована комплексная переработка техногенного отхода

кислотной обработки фосфатных руд в легкий гранулированный материал, а также получение дешевых силикатных связующих, имеющих самостоятельное значение, и что не мало важно производство формованных тепло- либо звукоизоляционных изделий на основе получаемых продуктов. Последнее обстоятельство существенно расширяет область применения материалов, например, для теплоизоляции высокотемпературного оборудования (котлов, теплообменников, паропроводов и др.), для производства звукоизолирующих панелей в домостроении и т.д. Все это возможно в следствие хороших технико-эксплуатационных характеристик получаемых изделий.

Литература:

1. Терещенко И.М., Жих Б.П., Кравчук А.П. Строительные материалы №7, 2016 г, с 45–48
2. Никифоров Е.А. Огнеупоры и строительная керамика №8, 2000 г, с 42–43
3. Мелконян Г.С. Гидротермальный способ приготовления комплексного стекольного сырья на основе горных пород и продуктов их переработки // Ереван.: Айастан. – 1977. – 240 с.
4. Казьмина О.В., Верещагин В. И., Семухин Б.С. Стекло и керамика № 10, 2009 г, с 5 – 8.

**ВЛИЯНИЕ ЖИРОВОГО СОСТАВА И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СОЗРЕВАНИЯ
НА СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕЙ ЩЕЛОЧИ В МЫЛЕ**

Амосова М.В., Бондаренко Ж.В. к.т.н., доц.

УО «Белорусский государственный технологический университет»

Производство сувенирного мыла (мыла ручной работы) в последние годы получило достаточно широкое развитие. Это связано с тем, что, с одной стороны, процесс создания мыла своими руками интересный, увлекательный и быстро затягивает и превращается в хобби, а с другой стороны, является и достаточно выгодным направлением бизнеса. Если для промышленного производства мыла необходимы сложное оборудование и производственные помещения, то для изготовления сувенирного мыла модно использовать обычную плиту и посуду. При производстве мыла ручной работы используются высококачественные очищенные животные и растительные жиры, что существенно влияет на свойства готовой продукции и возможно получить его с индивидуальными (питательными, увлажняющими, ранозаживляющими и др.) свойствами.

Получать мыло в домашних условиях можно горячим и холодным способами. При изготовлении мыла холодным способом (без варки при высоких температурах) необходимо дополнительное время для «продолжения» реакции омыления (созревания мыла), т.к. сразу после получения в мыле будет высокое содержание свободной щелочи.

Целью данной работы явилось исследование влияния жирового состава и продолжительности созревания на содержание свободной щелочи в сувенирном мыле, полученном холодным способом.

Получение мыла холодным способом заключается в предварительном расплавлении твердых жиров и их смешивании с жидкими жирами при температуре 50–70°C, последующем введении в жировую массу подогретого до такой же температуры 30%-ного раствора щелочи и интенсивно перемешивали данную смесь при температуре 60°C до наступления «следа» (при перемешивании мешалкой). Далее помещали систему в термостат и при температуре 30–40°C выдерживали сутки для прохождения стадии «геля» (мыло ставилось прозрачным и воскоподобным). Затем образцы мыла охлаждали и выдерживали при комнатной температуре в течение 7 недель.

В ходе исследований было получено два образца мыла, отличающиеся друг от друга жировым набором. Используемые для получения образцов мыла жиры и их функции [1, 2] представлены в таблице.

Таблица – Используемые жиры и их функции

Жировой компонент	Образец 1	Образец 2	Функциональное действие
Оливковое масло, %	25	–	Придает мылу смягчающие и мягкие очищающие свойства, способствует пенообразованию
Кокосовое масло, %	25	25	Влияет на твердость мыла и очищающие свойства; способствует получению неустойчивой пены
Пальмовое масло, %	40	25	Влияет на твердость мыла, консистенцию при намокании; обеспечивает смягчающие свойства и пенообразование
Касторовое масло, %	10	10	Придает увлажняющие, питательные свойства мылу; способствует стабилизации пены
Подсолнечное масло, %	–	40	Обеспечивает пенообразование, влияет на консистенцию

Полученные образцы мыла через 1–7 недель созревания подвергали анализу для определения содержания общей щелочи (сумма свободной и связанной щелочи).

Для определения содержания общей щелочи взвешивали в колбе около 3 г мыла, растворяли в 30 мл горячей дистиллированной воды, добавляли несколько капель метилового оранжевого и титровали горячий раствор при интенсивном перемешивании 0,1 н раствором соляной кислоты до появления устойчивой красно-розовой окраски. В ходе исследований проводили два параллельных определения и за результат принимали среднее значение. Полученные данные представлены на рисунке.

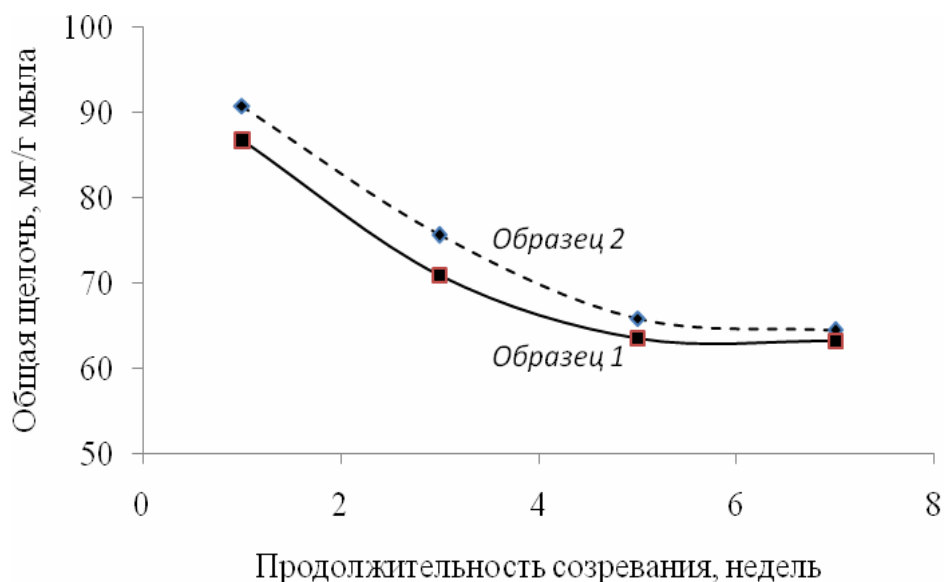


Рисунок – Зависимость содержания общей щелочи в мыле от продолжительности его созревания

Из представленных данных видно, что в течение 5 недель созревания мыла содержание общей щелочи снижается достаточно быстро, а в течение последующих двух недель показатель уменьшается незначительно. Снижение содержания общей щелочи в образцах мыла свидетельствует о продолжении процесса омыления жиров. При этом содержание общей щелочи во втором образце выше, чем в первом, что можно

объяснить различным составом жиров, используемых для получения мыла. Во втором образце мыла основным компонентом (40%) жирового сырья является подсолнечное масло, для которого характерно большое содержание линолевой кислоты (от 48 до 74%). Для получения первого образца использовано 25% оливкового масла, у которого преобладает олеиновая кислота (от 55 до 83%), а также больше пальмового масла, содержащего преимущественно пальмитиновую и олеиновую кислоты (до 46 и 40% соответственно) [3]. Процесс омыления сложнее протекает в полиненасыщенных триглицеридах, которых во втором образце мыла больше, что и отражается на скорости его доомыления.

Литература

1. Товбин, И.М. Производство мыла / Товбин И. М. [и др.]. М: Пищевая промышленность, 1976. 276 с.
2. Тютюнников, Б.Н. Химия жиров / Тютюнников Б.Н. М.: Пищевая промышленность, 1972. 448 с.
3. О'Брайен Р. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение / Р.О'Брайен; пер. с англ. В.Д. Широкова, Д.А. Бабейкина, Н.С. Селиванова, Н.В. Магды. СПб.: Профессия, 2007. 752 с.

ВЛИЯНИЕ РАСХОДА ЭКСТРАКТА ГОЛУБИКИ НА ПЕРЕКИСНОЕ ЧИСЛО ЭМУЛЬСИИ

Канарская В.В., Бондаренко Ж.В. к.т.н., доц.

УО «Белорусский государственный технологический университет»

Важными компонентами косметических эмульсионных продуктов являются экстракты растений и растительные масла. Растительные экстракты за счет присутствующих биологически активных ингредиентов обогащают кожу питательными веществами, помогают бороться с вредными факторами окружающей среды, уменьшают признаки старения кожи и др. Действие экстракта зависит от присутствующих активных компонентов, что определяется используемым для экстрагирования сырьем и условиями экстрагирования. Введение в состав эмульсий растительных масел связано с присутствующими в их составе ненасыщенными жирными кислотами, которые способствуют регенерации кожи, восстановлению ее водного баланса, поддержанию барьерных функций и др. Однако растительные масла и продукты, которые их содержат, легко окисляются, что требует применения антиоксидантов. Одновременное использование в составе эмульсий растительных экстрактов и растительных масел может положительно повлиять на устойчивость продукта к окислению за счет присутствия комплекса природных антиоксидантов.

Цель данной работы заключалась в исследовании влияния экстракта голубики на перекисное число эмульсии, содержащей рапсовое масло.

Для получения эмульсии использовали самоэмульгирующую основу липодерм 4/1, рапсовое масло, глицерин и воду; их расход был постоянным. Расход экстракта голубики варьировали в интервале 0–5 г на 50 г эмульсии. Образцы эмульсии получали способом «горячий/горячий», экстракт голубики вводили после охлаждения до 40°C и осуществляли дополнительное диспергирование. Для исследований использовали экстракты голубики сортов «Блюкроп» и «Рубель», полученные настаиванием в 70%-ном этиловом спирте.

Оценку влияния экстракта голубики на устойчивость к окислению эмульсии проводили на основании анализа перекисного числа, которое характеризует присутствие в системе перекисей и гидроперекисей – первичных продуктов окисления. Для ускорения окисления образцы эмульсии выдерживали в термостате при температуре 40°C в течение двух недель. Полученные данные представлены на рисунке.

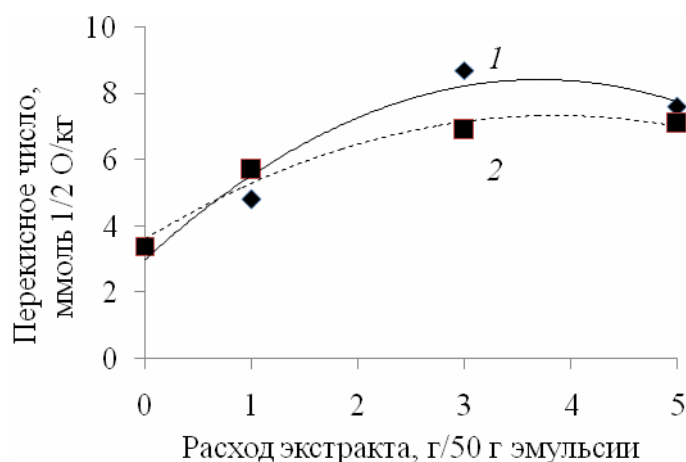


Рисунок – Зависимость перекисного числа эмульсии от расхода экстракта голубики сорта:
1 – «Блюкроп»; 2 – «Рубель»

количества вводимого в эмульсию экстракта влияет на данный показатель незначительно, он изменяется на 0,2–0,8 ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг. Меньшие значения перекисного числа характерны для образцов эмульсии с экстрактом голубики сорта «Рубель», что может свидетельствовать о большем содержании в данном экстракте компонентов с антиоксидантными свойствами.

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ И СООТНОШЕНИЯ АНИОННОГО И НЕИОНОГЕННОГО ПАВ В РАСТВОРЕ НА ПЕНООБРАЗОВАНИЕ

Адамцевич Н.Ю., Бондаренко Ж.В. к.т.н., доц.

УО «Белорусский государственный технологический университет»

Основными компонентами любого гигиенического моющего средства являются поверхностно-активные вещества (ПАВ). ПАВ обладают поверхностной активностью, они снижают поверхностное натяжение воды, поэтому загрязнение лучше отстает от поверхности (кожи, волос), что и обеспечивает перевод загрязнений в раствор и их отмывку. Анионные ПАВ обладают высокой пенообразующей способностью и хорошим моющим действием, поэтому их используют в качестве базовых при производстве гигиенических моющих средств. Чаще всего в качестве анионных ПАВ применяют алкилсульфаты и их этоксилированные производные. Неионогенные ПАВ добавляют в гигиенические моющие средства с целью снижения негативного дерматологического действия на кожу основных ПАВ, повышения пенообразования и стабильности пен, солюбилизации нерастворимых в воде компонентов и др.

Пенообразование в водных растворах, содержащих смесь анионного и неионогенного ПАВ, зависит как от их общей концентрации, так и от соотношения отдельных компонентов [1], что подтверждают и выполненные нами ранее исследования [2, 3].

Целью данной работы являлось изучение пенообразования в водных растворах, содержащих смесь анионного (лауретсульфат натрия, ASCO 24-2/70) и неионогенного (диэтаноламида жирных кислот кокосового масла, ROKAMID KAD) ПАВ в соотношении 3:1, 4:1 и 5:1.

Исследование пенообразования в водных растворах смешанных систем ПАВ проводили на приборе Росс-Майлса при температуре 21°C; концентрацию смеси ПАВ варьировали в интервале 0,05–15,00 г/л. Для оценки пенообразующей способности, в соответствии с [4], использовали пенное число и устойчивость полученных пен, а в

Из представленных экспериментальных данных видно, что при увеличении количества растительного экстракта от 0 до 3 г/50 г перекисное число образцов эмульсии возрастает от 3,4 до 8,7 и 6,9 ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг для экстрактов голубики «Блюкроп» и «Рубель» соответственно. Рост данного показателя связан как с ростом количества перекисей и гидроперекисей, образующихся при окислении компонентов эмульсии, так и с компонентами, содержащимися в растительном экстракте. Дальнейшее увеличение

качестве дополнительного критерия – кратность пен. Влияние соотношения и концентрации смеси ПАВ на пенное число представлено на рисунке 1.

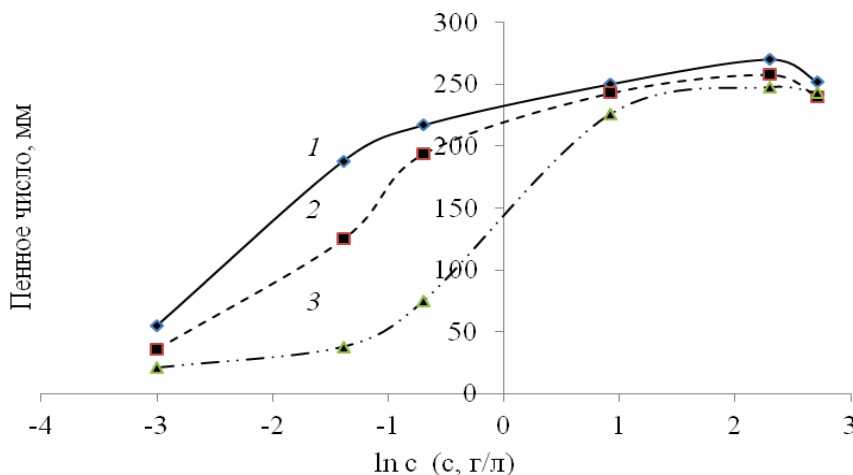


Рисунок 1 – Зависимость пенного числа от концентрации и соотношения анионного и неионогенного ПАВ в растворе: 1 – 3:1; 2 – 4:1; 3 – 5:1.

Из представленных данных видно, что с увеличением концентрации смеси ПАВ в растворе от 0,05 до 2,50 г/л пенное число увеличивается в зависимости от соотношения ПАВ от 21–55 до 226–250 мм, что связано с увеличением количества поверхностно-активных молекул на границе раздела фаз и с мицеллообразованием. При дальнейшем повышении содержания ПАВ в системе до 10,0 г/л показатель изменяется незначительно, и находится в диапазоне 248–270 мм, а превышение указанной концентрации ПАВ в растворе приводит к некоторому снижению пенного числа. Стабилизация пенного числа и его некоторое снижение можно объяснить тем, что при превышении концентрации ПАВ в растворе выше ККМ скорость диффузии молекул в поверхностный слой уменьшается.

Наиболее высокие значения пенного числа получены для растворов, содержащих анионный и неионогенный ПАВ в соотношении 3:1, и это в большей мере проявляется в растворах с малой концентрацией ПАВ (0,05–0,50 г/л).

Зависимость устойчивости пен от соотношения и концентрации ПАВ в системе представлено на рисунке 2. Показатель рассчитывали как отношение высоты столба пены через 5 мин после ее образования к исходной высоте пенного столба и выражали в процентах.

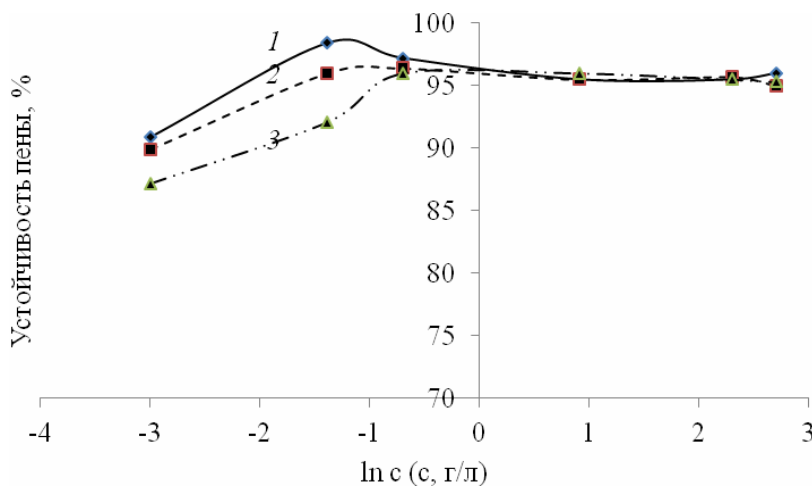


Рисунок 2 – Зависимость устойчивости пен от концентрации и соотношения анионного и неионогенного ПАВ в растворе: 1 – 3:1; 2 – 4:1; 3 – 5:1.

Експеримент показав, що при збільшенні концентрації суміші ПАВ в розчині від 0,05 до 0,50 г/л стійкість піни зростає на 7–9%, а подальше збільшення вмісту ПАВ до 15,0 г/л призводить до його зниження на 1–2%.

Некотре зменшення стійкості піни може відбуватися внаслідок поверхневого мицеллоутворення, в результаті чого на поверхні розділу фаз виникають ділянки з різною товщиною адсорбційного шару і різною густиною упаковки молекул, що і впливає на стійкість дисперсної системи.

З даних, наведених на малюнку 2 видно, що в області концентрацій ПАВ від 0,05 до 0,50 г/л на стійкість піни впливає співвідношення аніонного і неіонного компонентів і найбільш стійкі піни утворюються з розчинів, що містять досліджувані ПАВ в співвідношенні 3:1.

Кратність піни – це відношення її об'єму до об'єму рідини, з якої вона утворюється. Кратність піни визначає її структуру: при кратності 10–20 бульбашки газу мають форму, близьку до сферичної, а в пінах з кратністю, досягає декількох десятків або сотень, бульбашки газу утворюють багатогранні клітини, відокремлені одна від одної тонкими плівками рідини [5].

Вплив концентрації і співвідношення ПАВ на кратність піни, отриманих з водних розчинів суміші досліджуваних ПАВ, представлено на малюнку 3. З представлених даних видно, що залежність кратності піни від концентрації ПАВ в розчині має екстремальний характер і найбільші значення показника досягаються при вмісті ПАВ 0,25–0,50 г/л. Більшою кратністю володіють піни, отримані при співвідношенні аніонного і неіонного ПАВ 3:1, а найменшою – при співвідношенні 5:1. Чим вище кратність піни, тим тонше товщина стінок, що розділяють бульбашки газу і нижче їх міцність, що впливає на стійкість піни.

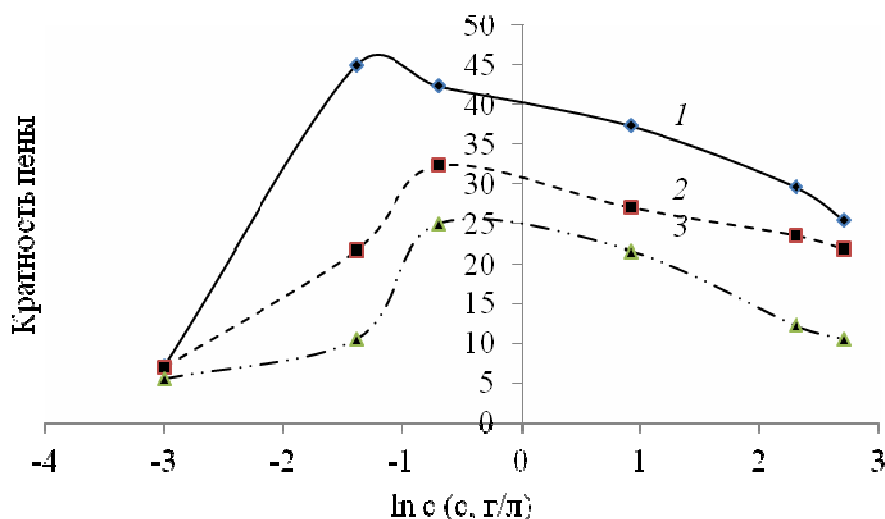


Рисунок 3 – Кратність піни в залежності від концентрації і співвідношення аніонного і неіонного ПАВ в розчині: 1 – 3:1; 2 – 4:1; 3 – 5:1.

Таким чином, на основі аналізу отриманих експериментальних даних можна зробити висновок, що найкраще піноутворення відбувається в розчинах, що містять аніонний (лауретсульфат натрію, ASCO 24-2/70) і неіонний (діетаноламиди жирних кислот кокосової олії, ROKAMID KAD) ПАВ в співвідношенні 3:1. При вмісті суміші ПАВ в розчині 0,25 г/л і вище піноутворення і стійкість піни відповідають вимогам СТБ 1675-2006 [6], пред'являемим до гігієнічних миючих засобів.

Литература

1. Плетнев М. Ю. Косметико-гигиенические моющие средства / М. Ю. Плетнев. – М.: Химия, 1990. – 272 с.
2. Бондаренко, Ж.В. Изучение пенообразования в системах «COMPERLAN KD – GENAPOL LRO – вода» / Ж.В. Бондаренко, Г.Г. Эмелло, Н.Ю. Адамцевич // Современные технологии в образовании. Материалы Международной научно-практической конференции, 26–27 ноября 2015 г. – Минск: БНТУ, 2015. – Ч.2. – С.8–13.
3. Адамцевич, Н.Ю. Кинетика устойчивости пен, полученных из водных растворов анионного и неионогенного ПАВ / Н.Ю. Адамцевич // Материалы XVII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Химия и химическая технология в XXI веке» имени профессора Л.П. Кулёва, 17–20 мая 2016 г. – Томск: Томский политехнический университет, 2016. – С.209–210.
4. Средства моющие синтетические. Метод определения пенообразующей способности: ГОСТ 22567.1-77. – Введ. 02.06.77; продл. 29.06.84. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 7 с.
5. Захарченко, В.Н. Коллоидная химия: Учеб. для медико-биолог. спец. вузов / В.Н. Захарченко. – М.: Высшая школа, 1989. – 240 с.
6. Изделия косметические гигиенические моющие. Общие требования: СТБ 1675-2006. – Введ. 01.07.07. – Минск: Гостандарт Республики Беларусь, 2007. – 6 с.

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СТАРЕНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ОКИСЛЕНИЮ МАСЛЯНОГО ЭКСТРАКТА ГВОЗДИКИ

Лиходиевский А.В., Бондаренко Ж.В. к.т.н., доц.

УО «Белорусский государственный технологический университет»

Масляные экстракты используются при получении пищевых продуктов и лекарственных препаратов и в настоящее время получают большое разнообразие данных продуктов, отличающихся химическим составом, свойствами и методами получения [1. 2]. Однако масляные экстракты, вследствие большого содержания триглицеридов ненасыщенных жирных кислот, подвержены окислению. Критерием стабильности экстрактов, как и растительных масел, может служить сохранение ими качества, что отражают органолептические и физико-химические показатели. Продукты окисления масляных экстрактов негативно влияют на качество получаемой продукции, поэтому исследования в данном направлении являются актуальными.

Цель данной работы заключалась в исследовании влияния продолжительности ускоренного старения на устойчивость к окислению масляного экстракта гвоздики.

Выбор гвоздики для получения масляного экстракта связан с тем, что данная пряность содержит богатый состав биологически активных компонентов, обеспечивающих комплекс ее разнообразных свойств (бактерицидное, антигельминтное, обезболивающее, спазмолитическое и др.), а также природные антиоксиданты, которые могут положительно повлиять на устойчивость экстракта к окислению [3].

Для получения экстракта использовали рафинированное дезодорированное подсолнечное масло. Экстракцию гвоздики осуществляли горячим способом: на водяной бане при температуре 45–50°C в течение 3 ч при периодическом перемешивании. Соотношение гвоздика: масло в эксперименте составляло 1:5, 1:10 и 1:20. После проведения экстракции полученный экстракт отделяли от растительного сырья фильтрованием и проводили анализ основных органолептических и физико-химических показателей.

Полученные образцы экстракта отличались от исходного масла органолептическими показателями: они приобрели зеленый оттенок, а также мягкий аромат и привкус гвоздики. Это больше проявилось в экстракте, полученном при

соотношении гвоздика : масло 1:5. Изменение органолептических характеристик экстракта по сравнению с подсолнечным маслом свидетельствует о переходе в него экстрактивных веществ гвоздики.

Основные физико-химические показатели полученных образцов масляного экстракта приведены в таблице.

Таблица – Основные физико-химические показатели масляного экстракта

Наименование показателя	Значение показателя для подсолнечного масла	Значение показателя для экстракта, полученного при соотношении гвоздика : масло		
		1:5	1:10	1:20
Перекисное число, ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг	3,06	12,25	10,24	8,32
Кислотное число, мг KOH/г	0,17	1,19	0,85	0,54

Для анализа устойчивости образцов экстракта гвоздики к окислению они были подвергнуты ускоренному старению – выдерживание в термостате при температуре 40°C в течение четырех недель. Анализ устойчивости экстракта к окислению оценивали по изменению перекисного и кислотного чисел, которые определяли через каждую неделю. Перекисное число – это эквивалентное йоду количество миллимоль активного кислорода, выделенного из йодида калия в ледяной уксусной кислоте перекисями и гидроперекисями, содержащимися в одном килограмме жира (ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг). Показатель характеризует присутствие в масляном экстракте первичных продуктов окисления (перекисей и гидроперекисей). Данные соединения неустойчивы и быстро распадаются с образованием вторичных продуктов окисления. Кислотное число отражает присутствие кислот, которые являются одними из вторичных продуктов окисления триглицеридов. Определение перекисного и кислотного чисел образцов экстракта проводили в соответствии с методиками, приведенными в [4]. В качестве образца сравнения использовали подсолнечное масло. Изменения перекисного числа исследуемых систем от продолжительности старения представлены на рисунке.

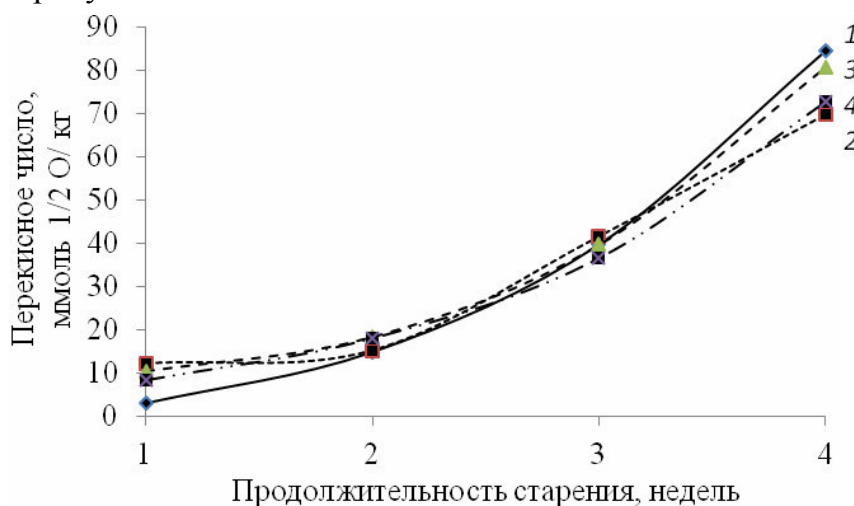


Рисунок – Зависимость перекисного числа от продолжительности старения подсолнечного масла (1) и масляных экстрактов, полученных при соотношении гвоздика: масло:

2 – 1:5; 3 – 1:10; 4 – 1:20

Из представленных данных видно, что с увеличением продолжительности старения перекисное число возрастает как в подсолнечном масле, так и в образцах масляного экстракта. Однако для образцов экстракта гвоздики показатель изменяется меньше. Так, через четыре недели старения перекисное число для масла составило

84,5 ммоль $\frac{1}{2}$ О/кг, а для екстрактів 69,7–80,8 ммоль $\frac{1}{2}$ О/кг. Наименьшие значения показателя характерны для экстракта, полученного при соотношении гвоздики и масла 1:5. Определение кислотного числа экстракта показало, что данный показатель в образцах перед старением выше, чем в подсолнечном масле (см. таблица). Однако в течение четырех недель старения для масла показатель вырос до 0,38 мг КОН/г, но снизился до 1,50; 0,48 и 0,40 мг КОН/г для экстрактов, полученных при соотношении гвоздика: масло соответственно 1:5, 1:10 и 1:20.

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать вывод, что масляные экстракты гвоздики подвержены окислению вследствие недостаточного количества присутствующих в них природных антиоксидантов и для обеспечения их устойчивости и сохранения качества требуется дополнительное введение данных компонентов.

Литература

1. Шиков А.Н., Макаров В.Г., Рыженков В.Е. Растительные масла и масляные экстракты: технология, стандартизация, свойства. М., 2004. 140 с.
2. Тринеева О.В., Сафонова Е.Ф. Сравнительная характеристика растительных масел и масляных экстрактов, применяемых в фармации // Химия растительного сырья. 2003. №4. С.77–82.
3. Лавренов В.К., Лавренова Г.В. Современная энциклопедия лекарственных растений. М.: ОЛМА Медиагруп, 2007. 275 с. 4. Лабораторный практикум по химии жиров / Н. С. Арутюнян [и др.]; под ред. Н. С. Арутюняна, Е. П. Корненой. СПб.: ГИОРД, 2004. 264 с.
4. Лабораторный практикум по химии жиров / Н. С. Арутюнян [и др.]; под ред. Н. С. Арутюняна, Е. П. Корненой. СПб.: ГИОРД, 2004. 264 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ДИЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРОНИКНОСТІ У НАФТОПЕРЕРОБЦІ

Мардупенко О.О., Григоров А.Б., к.т.н., доц., Сінкевич І.В., к.т.н., доц.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Сучасні тенденції розвитку вітчизняної нафтопереробної промисловості досить тісно пов'язані з мінімізацією затрат, пов'язаних з випуском продукції, якість якої повністю відповідає вимогам нормативної документації (ДСТУ, ГСТУ, ТУ). Наряду з впровадженням енергоефективних технологій підготовки та технологічної переробки нафтової сировини, однією з важливих складових цієї мінімізації є удосконалення системи контролю процесів, що відбуваються на НПЗ в цілому.

Удосконалення системи контролю, на нашу думку, може полягати у використанні такого безрозмірного електрофізичного параметру нафти, як відносна діелектрична проникність (ϵ). Ряд значних переваг у порівнянні з іншими показниками, а саме: низький температурний коефіцієнт та простота вимірювання, сприяв його застосуванню при вимірюванні рівня заповнення резервуарів нафтою [1], визначенні вмісту води у нафті [2] та у експертному дослідженні нафтопродуктів [3].

Однак використання ϵ досі не знайшло свого застосування у системі контролю ступеня підготовки нафти до переробки, що є досить важною складовою усього технологічного процесу на НПЗ, від якої залежить довговічність роботи основного технологічного устаткування, якість та собівартість кінцевого продукту. Тому авторами запропоновано розглянути можливість використання ϵ у побудові нової системи контролю, що в значній мірі, дозволить своєчасно отримувати інформацію про ступінь підготовки нафти та придатність її до подальшої переробки.

Відповідно до товарних кондицій нафти в ній регламентується вміст води, механічних домішок та хлористих солей [4, 5]. Отже, у загальному вигляді для розробки системи контролю ступеню підготовки нафти можна представити, що:

$$\epsilon = f(x_{\text{вод.}}; x_{\text{м.д.}}; x_{\text{х.с.}})$$

де, $x_{\text{вод.}}$ – масова доля води у нафті, % (мас.);

$x_{\text{м.д.}}$ – масова доля механічних домішок у нафті, % (мас.);

$x_{\text{х.с.}}$ – масова доля хлористих солей у нафті, % (мас.).

Чим більше вміст води та хлористих солей у нафті, тим більше буде значення ϵ . Стосовно механічних домішок у вигляді породи, то вони оказують незначний вплив на значення ϵ нафти. Для практичного застосування цієї системи необхідно провести ряд лабораторних досліджень по визначенню характеру залежності ϵ нафти від вмісту усіх домішок, розрахувати коефіцієнти парної кореляції та визначити граничне значення $\epsilon^{\text{гран.}}$. Тоді, при виконанні умов $\epsilon < \epsilon^{\text{гран.}}$ нафту можна відправляти на подальшу переробку, а при $\epsilon \geq \epsilon^{\text{гран.}}$ нафта повинна ще раз пройти стадію підготовки.

Підсумовуючи, слід зазначити, що основною перевагою запропонованої системи є відмова від утримання випробувальної лабораторії та цілодобове, оперативне отримання обслуговуючим персоналом установки надійної і достовірної інформації про стан сировини, що пройшла вузол підготовки. Первинна інформація буде отримуватися від датчиків, що розташовані у трубопроводі, по якому підготовлена нафта насосами подається на колони (відбензинуючу, атмосферну). Після оброблення отриманої інформації система вирішує чи направити нафту на переробку, або ж закрити запобіжний клапан та направити нафту на вузол змішування з сирою нафтою, яка тільки поступає на підготовку до переробки.

Література

1. Поліщук Є.С. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник / Є.С. Поліщук, М.М. Дорожовець, В.О. Яцук, В.М. Ванько, Т.Г. Бойко; За ред. проф. Є.С. Поліщука. – Львів: Видавництво “Бескид Біт”, 2003. – 544 с.
2. Осадчук В.С. Частотні перетворювачі для контролю вологості нафтопродуктів: монографія / В.С. Осадчук, О. В. Осадчук, О. С. Звягін. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 152 с.
3. Руднев В.А. Застосування методу діелектрометрії при експертному дослідженні нафтопродуктів /В. А. Руднев, П. В. Карножицький. //Вісник Харківського національного університету. 2009. №870. Хімія. Вип. 17(40). С.172-177.
4. Інструкція з контролювання якості нафти і нафтопродуктів на підприємствах і організаціях України : №271/121:2007. — Офіц. вид. — К. : М-во палива та енергетики України, 2007. — 100 с. — (Нормативний документ Мінпаливенерго України. Інструкція).
5. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Східний видавничий дім, 2004—2013.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНОПОЛІСІЛОКСАНОВОЇ КОМПОЗИЦІЇ СИЛІКОНОВОГО ГЕРМЕТИКА

Блюдов О., Тарасов В.Ю. к. т. н., доцент

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Сьогодні герметизуючі матеріали займають особливе місце у промисловості та побуті. Найбільш поширеними є силіконові герметики на основі високомолекулярних кремнійорганічних сполук. Як правило, композиції включають рідкий сілоксановий каучук з кінцевими силанольними групами, отверджувачі, наповнювачі, пластифікатори. Істотним недоліком зазначених матеріалів є складність поєднання необхідного рівня міцності і еластичних властивостей зі швидкістю досягнення кінцевих фізико-механічних характеристик.

Мета роботи дослідження взаємодії композиції, що містить силосановий каучук, з наповнювачем. Результати представлені на рис.

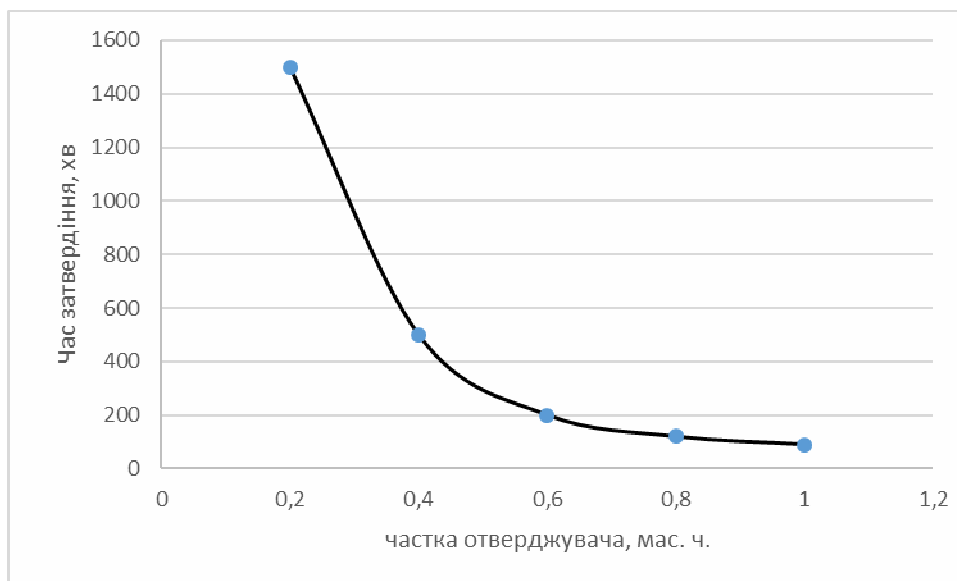


Рис. Дослідження часу затвердіння органополісілоксанової композиції з маршалітом (ГОСТ 9077-82 т).

Дослідження показали необхідність додаткової осушки використовуваного матеріалу. Подальші дослідження дозволяє синтезувати матеріал з необхідним поєднанням еластичності і міцності властивостей.

ОТРИМАННЯ ЕТИЛЕНУ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ АЕРОЗОЛЬНОГО НАНОКАТАЛІЗУ КАТАЛІТИЧНИМ ПРОЛІЗОМ Н-ПЕНТАНУ

Адамян Д.Р., 10 клас СЗШ №10, м. Сєверодонецьк

Кудрявцев С.О., к.т.н., доц., Захарова О.І., к.х.н., доц..

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Актуальність роботи. Нафтопереробна та хімічна промисловість на сьогоднішній день займає важливе економічне та стратегічне значення в світі. Розвиток технологій використання альтернативних джерел енергії дозволяє розглядати нафту в першу чергу як джерело багатьох важливих речовин у хімічній промисловості, таких як, наприклад, етилен. З етилену отримують більш 200 цінних сполук, найважливішими з яких є поліетилен, хлористий етил, дихлоретан-1,2, етиленхлоргідрін, окис етилену, діоксан, етиленгліколь, етиловий ефір етиленгліколю, уксусногліколевий ефір, діетиленгліколь, етиламін, етаноламін, діетаноламін та ін. Етилен та його гомологи отримують методом піролізу легких вуглеводнів прямої гонки нафти та газового конденсату. Пошук нових енерго- та ресурсоефективних технологій у цьому напрямку є актуальною проблемою нафтопереробки.

Аерозольний нанокаталіз є принципово новим перспективним процесом для здійснення гетерофазних каталітичних процесів і може бути застосований для переробки нафти. Специфічні особливості технології дозволяють застосувати більш простий і дешевий каталізатор, зменшити його кількість, знизити температуру процесу і підвищити швидкість реакції.

Мета роботи. Вивчення теоретичних основ і аналіз доцільності застосування технології аерозольного нанокаталізу для виробництва етилену з вуглеводнів (н-пентану).

Експериментальна частина. Лабораторна установка для дослідження процесу піролізу *n*-пентану за технологією аерозольного нанокаталізу представлена на рис.1.

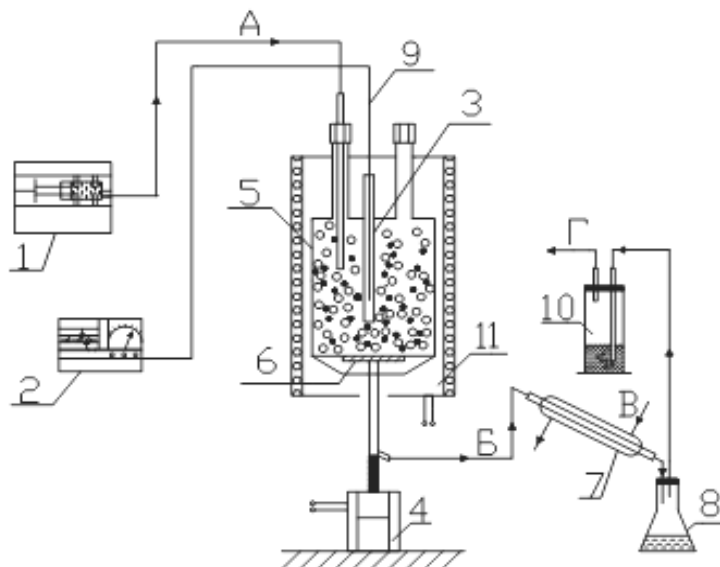


Рис. 1 Схема лабораторної установки процесу піролізу *n*-пентану

- А – *n*-пентан;
 Б – продукти крекінгу;
 В – вода на охолодження;
 Г – гази.
 1 – шприцевий дозатор;
 2 – блок управління;
 3 – кишеня для термопари;
 4 – вібропристрій;
 5 – реактор;
 6 – металоповстяний фільтр;
 7 – холодильник;
 8 – збірник конденсату;
 9 – термопара;
 10 – барботер;
 11 – піч.

Технологія аерозольного нанокаталізу сприяє протіканню каталітичних процесів піролізу. В результаті постійної механічної та хімічної активації наночастинок каталізатору на поверхні останнього формуються активні каталітичні центри з вільними валентностями та дефектами структури. Наночастки каталізатора рівномірно розподілені у реакційному об'ємі [1] та їхня поверхня рівнодоступна реагентам.

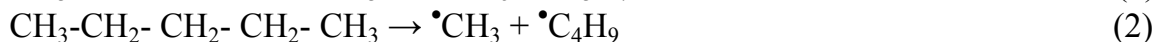
У таблиці 1 представлені результати термічного піролізу *n*-пентану та за технологією аерозольного нанокаталізу в лабораторних умовах.

Таблиця 1 - експериментальні дані

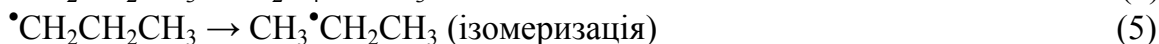
№	t	G _ж	f	Скат	P _{C₅H₁₂}	X	Состав газа, %							
	⁰ C	мл/хв	Гц	г/м ³	ата	%	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₄	C ₃ H ₈	C ₃ H ₆	C ₄ H ₁₀	C ₄ H ₈
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Термічний														
1	450	1,0	-	-	1,0	0.0	100	0	0	0	0	0	0	0
2*	500		-	-		1.7	14.7	18.0	20.3	19.5	0.9	14.2	0.1	12.3
4**	550		-	-	0.61	3.1	10.2	18.0	21.3	21.1	1.1	20.1	0.1	8.1
Каталізатор Fe ₂ O ₃														
***	450	1,0	4,5	5	0.65	1.1	19.6	11.3	18.0	19.2	1.2	12.2	1.2	9.3
6	500				1.0	3.9	22.2	19.6	17.8	22.6	1.8	8.9	0.8	6.3
7	500				0.61	3.1	48.6	12.7	13.4	12.1	1.3	6.6	0.6	4.6
9	550				1.0	5.8	26.68	18.7	19.1	16.6	1.9	9.4	0.8	6.7
Каталізатор V ₂ O ₅														
10	450	1,0	4,5	5	1.0	0.8	21.2	21.8	18.4	18.8	1.5	11.56	0.6	6.3
11	450				0.61	0.7	35.2	16.4	13.1	13.8	1.2	12.4	0.6	7.2
12	500				1.0	3.2	19.2	20.3	19.1	24.1	1.8	9.3	0.7	5.4
13	550					6.2	9.3	18.8	21.5	34.3	1.6	8.0	0.7	5.7
Каталізатор NaX														
22	500	1,0	4,5	5	1	1.1	22.5	29.7	12.0	23.8	1.2	5.99	0.53	4.3
23	550					1.9	20.2	31.2	14.2	24.0	1.1	5.23	0.48	3.6
24	600					2.9	16.7	32.4	17.2	24.0	1.0	4.86	0.43	3.5
Дослідження у режимі, приближенному к промисловому (каталізатор V ₂ O ₅)														
25	700	1.0	4,5	5	1	42	19.9	27.1	13.7	27.1	1.3	6.3	0.6	4.6
26		0.5				68	18.9	18.4	11.8	33.7	1.7	8.7	0.8	6.1
27		0.34				83.9	20.2	22.1	6.4	34.2	1.1	8.9	0.2	6.9

* - max концентрація етилену ** - розбавлення водяним паром *** - розбавлення природним газом

Склад продуктів реакції можна пояснити радикально-ланцюговим механізмом розпаду *n*-пентану [2]. Зародження ланцюга відбувається за рахунок розриву С-С зв'язку:



На стадії росту ланцюга утворюється велика кількість різноманітних продуктів. Найбільш важливими для нашого процесу є реакції 3 та 4:



Радикальні частинки взаємодіють між собою, що призводить до обриву ланцюга і утворенню таких продуктів:



Висновки. Проведені дослідження підтверджують практичність й перспективність процесу каталітичного піролізу *n*-пентану до етилену за технологією аерозольного нанокаталізу. Запропонована технологія має ряд переваг:

1. Збільшення селективності за етиленом, як основним продуктом.
2. Необхідність малої кількості каталізатора (концентрація в об'ємі 3-5 г/м³).
3. Зниження температури процесу через збільшення активності каталізатора у порівнянні з термічним піролізом.
4. Збереження постійної високої активності каталізатора.

Результатом роботи є те, що проведення процесу піролізу *n*-пентану до етилену з використанням каталізатора V₂O₅ при температурі 550 °С дозволить збільшити вихід етилену з 21 до 34 % мас. у порівнянні з термічним піролізом.

Література:

1. Глікіна І. М. Основи технології аерозольної нанокаталітичної переробки органічних сполук у віброзрідженому шарі.// Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук., Львів. 2005. 20 с.
2. Магарил Р.З. Теоретические основы химических процессов переработки нефти. – Л.: Химия, 1985, 280 с.

ОТРИМАННЯ ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ З Н-БУТАНУ У СТАНЦІОНАРНОМУ ШАРІ КАТАЛІЗАТОРУ

Денисов О. С., Кудрявцев С. О.. доцент к.т.н.

Східноукраїнський національний університет імені В.Даля

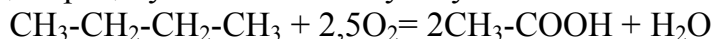
Оцтова кислота є одним з важливих ресурсів на сьогоднішній момент, вона використовується не тільки як харчова добавка, а ще у технологічних процесах, таких як отримання вінілацетату.

Методами отримання оцтової кислоти є отримання оцтової кислоти окисленням *n*-бутану, *n*-пропану і гомологів фракції C₅-C₇, окислення етилового спирту, ацетилену, етилену, окислення вищих парафінів, отримання натуральної оцтової кислоти на основі бродіння.

На сьогоднішній день методом отримання оцтовою кислоти є карбунулювання метанолу та бродіння спиртів до оцтової кислоти.

Але одним з перспективних методів отримання оцтової кислоти слід віднести нафто-хімічний це окислення н-бутану, тому що реакція протікає в одну стадію та використання попутних газів не тільки як енергетичний ресурс, а як хімічний продукт, селективність процесу на оцтову кислоту досягає 70% на рециклі.

Основна реакція процесу окислення н-бутану:



За цим методом попутні гази можуть використовуватися не тільки, як паливо у нашому побуті, а так само за для отримання корисних продуктів таких, як оцтова кислота, але при цьому протікають й побічні реакції, це отримання інших органічних кислот, кетонів та вищих ефірів.

Експеримент проводився у реакторі з стаціонарним шаром каталізатору. У якості каталізатору був використаний ацетат кобальту кристалогідрат ($\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) при температурі 100 °С та атмосферному тиску.

Спочатку у реактор завантажували каталізатор для створення стаціонарного слою каталізатору, потім вмикали підігрів та підігрівали реактор до 100 °С.

Після підігріву відкривали ротаметр повітря з витратою 5 л/г, після чого температура впала до 95 °С, після підняття температури відкрили ротаметр бутан-пропанової фракції з втратою 1.4 л/г. Слід відзначити що процес протікав досить швидко та температура впала до 90 °С, що призвело до зупинення протікання реакції, за час проведення реакції було отримано 0,6 мл продукту.

Матеріальний баланс процесу:

Прихід			Витрата		
Речовина	Об'єм, мл	Маса, кмол	Речовина	Об'єм, мл	Маса, кмол
Пропан-бутан	0,375	0,0167	Оцтова кисла рідина	0,6	0,6
Повітря	1,25	0,0558	Непрореаговані компоненти (повітря, бутан-пропан)	2,8	0,125
Сума	1,625	0,725	Сума	3,4	0,725

Метою було отримання оцтової кислоти окисленням н-бутану у стаціонарному шарі каталізатору, також слід зауважити що, реакція окислення може протікати при температурі 95 °С.

АРОМАТИЗАЦІЯ ПРОПАН–БУТАНОВОЇ ФРАКЦІЇ НА ЦЕОЛІТНОМУ КАТАЛІЗАТОРІ

Бура Є.С., , Шаповалова І.М., доцент, к.т.н.

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

На даний час наявність великотоннажних процесів отримання ароматичних вуглеводнів (ArH) – каталітичного риформінгу і піролізу в значній мірі визначають стан і економічну ефективність нафтопереробки і нафтохімії в країні. Це пов'язано з широким використанням аренів (перш за все бензолу) в якості базових продуктів в нафтохімії. У той же час нестабільність нафтових цін негативно позначається на виробництві ArH . У зв'язку з обмеженістю джерел сировини, дослідження з розробки та впровадження нових технологій з використанням в якості сировини більш доступної пропан–бутанової фракції (ПБФ), виробництво якої налагоджено на газо– і нафтопереробних заводах, є актуальними.

Мета роботи. Розробка наукових основ процесу виробництва ароматичних вуглеводнів з фракції $\text{C}_3\text{--C}_4$, створення активного і селективного каталізатора

ароматизації ПБФ. Дослідження фізико-хімічних властивостей каталізатора і добавок, випробування синтезованих каталізаторів в лабораторних умовах.

Експериментальна частина: Процес ароматизації проводили в проточному реакторі з електрообігрівом в інтервалі температур 500–580°C. Реактор містив стаціонарний шар каталізатора масою 2 г, фракції 0.5–1 мм, розміщеного між шарами кварцової крихти. Пропан–бутанову суміш подавали в кількості 1–14 г суміші на грам каталізатора на годину. процес ароматизації газової суміші проводили протягом 2–3 годин. Продукти реакції охолоджували в холодильнику ($\approx 20^\circ\text{C}$) збираючи рідку фракцію. Продукти реакції аналізували на хроматографі.

Результати: В таблиці 1 наведені результати перетворення пропан–бутанової фракції з різним співвідношенням $\text{C}_3\text{--C}_4$ на 5%Fe–50%HZSM–45% Al_2O_3 – каталізаторі. З таблиці 1 видно, що конверсія пропан–бутанової фракції незалежно від складу підвищується зі збільшенням температури від 500 до 580°C. Найбільш високий вихід ArH досягається при переробці сировини збагаченої пропаном.

Таблиця 1

Каталізатор	Склад сировини, % мас	Конверсія і вихід продуктів, % мас	Температура °C		
			500	550	580
5%Fe– 50%HZSM– 45% Al_2O_3	Етан–3,0 Пропан–40,6 И–бутан–18,9 Бутан–37,5	Конверсія сировини	69,9	78,8	82,6
		Газова фаза	95,3	89,8	88,5
		Рідка фаза	4,7	10,2	11,5
		Селективність по виходу	6,7	13,0	13,9
	Пропан–98,2 И–бутан–0,18 Бутан–1,62	Конверсія сировини	80,0	88,0	92,0
		Газова фаза	89,2	84,6	81,8
		Рідка фаза	10,8	15,4	18,2
		Селективність по виходу	13,5	17,5	19,8

Література

1. Дергачев А.А., Лапідус А.Л. Каталітична ароматизація нижчих алканів//Рос.хим.ж., 2008, т LII, №4, с 15–21.
2. Носков А.С., Пармон В.Н. // Газохімія. 2008. № 1. С. 20
3. Кутепов Б.И., Белоусова О.Ю. Ароматизація вуглеводнів на пентасильних каталізаторах. М.: Химия, 2000.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗНЕШКОДЖЕННЯ КИСЛИХ ГУДРОНІВ

Пчела Є.Є.

Науковий керівник к.т.н., доцент Шаповалова І.М.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Гудрон – залишок, що утворюється в результаті відгону з нафти при атмосферному тиску або під вакуумом фракцій, що википають до 450–600°C (залежно від природи нафти).

Кислі гудрони – смолоподібні високов'язкі маси різного ступеня рухливості, що містять різноманітні органічні сполуки, вільну сірчану кислоту і воду. Незважаючи на скорочення застосування сірчаної кислоти для очищення масел і парафінів і припинення її використання для очищення газу і бензину, кількість сірчано-кислотних відходів досить значно. Свіжий кислий гудрон (поточної виробітку), що містить сірчану кислоту, дуже нестабільний. В процесі зберігання в ньому перебігають

реакції сульфування, полімеризації, поліконденсації та ін. Кислі гудрони в ставках–накопичувачах за своїм хімічним складом значно відрізняються від кислих гудронів поточної виробітку. Крім того, внаслідок вимивання кислоти атмосферними і ґрунтовими водами кислотне число гудрону в ставку–накопичувачі значно нижче, ніж свіжого.

Фізико–хімічні характеристики кислого гудрону

Характеристика	Свіжий гудрон	Гудрон із ставка–накопичувача			
		Верхній шар	0,5 м	2,5 м	3–3,5 м
Вміст речовин, % по масі:					
вільної сірчаної кислоти	40–52	0,016–0,036	0,22	3–7	3–3,5
органічної маси з мінеральними маслами	37,5–45	75–86,9	54	42	41–51,3
мінеральних масел	12,8–15	64–76,3	45	20	20–26
води	8	11	40	28	18–20
смола	–	9,4–14,8	9	22	21–25,5
золи	0,076	0,6–1,26	0,47	5,9	7–10
водорозчинних сполук	–	–	–	–	1,6–6
Густина, г/см ³	1,16–1,43	0,9–0,98	0,9–0,98	1–1,05	1,05–1,2
В'язкість, В10/60, с	–	5	8	20	32

Технологічний процес переробки кислих гудронів включає дві стадії:

1. Нейтралізація. Вона відбувається в результаті взаємодії кислих продуктів (вільна сірчана кислота, асфальтогенні кислоти) з гідроксидом кальцію за звичайного механізму з отриманням сульфату кальцію і води в якості кінцевих продуктів. Температура реакційної маси зростає до 80°C при атмосферному тиску і перемішуванні.

Нейтралізація глибинних проб кислих гудронів відбувається аналогічно нейтралізації кислих гудронів верхніх шарів, при цьому повна нейтралізація відбувається повільніше (за 3 год замість 1,5–2 год). Слід зазначити, що при проведенні нейтралізації глибинних кислих гудронів спостерігається більш інтенсивне піноутворення, процес супроводжується більшою екзотермічністю. Все це викликає необхідність ведення процесу з застосуванням піногасників, що дозволяють зменшити або навіть повністю виключити піноутворення. Подібні відмінності обумовлені більш високою кислотністю глибинних проб.

2. Окислення киснем повітря. Окислення 1 кг нейтралізованого кислого гудрону після відгонки води проводилося при подачі повітря від компресора через барботер в кількості 2 л в хвилину при температурі 190 – 200 °C протягом 2–4 ч.

Істотних відмінностей процесів окислювання глибинних проб та проб верхніх шарів не виявлено. Слід зазначити, що глибинні кислі гудрони (3–3,5 м) окислюються з більшою швидкістю, що можна пояснити більшим вмістом в них високомолекулярних сульфурвмісних сполук у порівнянні з кислими гудронами верхніх шарів. Таким чином, процес обробки кислих гудронів нижніх шарів лише незначно відрізняється від процесу переробки гудронів верхніх шарів. Змінюючи час окислення, можна отримати бітуми з характеристиками, відповідними характеристиками будівельного і покрівельного бітумів. Після оптимізації технологічних параметрів їх можна використовувати для виробництва м'якої покрівлі і гідроізоляційних матеріалів.

Бітуми з кислих гудронів мають наступний склад, % по масі: 17–27 смол; 12–22 асфальтенів; 56–60 масел (з них 46–52 нафтових вуглеводнів; 1,6–4,8 моноциклічних ароматичних сполук; 1,4–2,3 біциклічних ароматичних сполук; 1,1–7,2 поліциклічних ароматичних сполук).

Висновок: Таким чином, розглянута технологія забезпечує повну утилізацію кислих гудронів з подальшим утворенням бітумів різного використання.

Література:

1. Пархоменко В.Е. Кислый гудрон как технологическое сырьё. М.: Гостоптехиздат, 1947. с. 94
2. Брукс Б.Т., Куртц С.С., Бурд С.Е., Шмерлинг Л. Химия углеводородов нефти. Т. 3 М.: Гостоптехиздат, 1959. с. 584.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗНЕШКОДЖЕННЯ КОКСОХІМІЧНИХ ВІДХОДІВ. СТАДІЯ ПЕРЕРОБКИ СИРОВИНИ

Пчела Є.Є.

Науковий керівник д.х.н. професор Глікін М.А.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Кам'яно вугільна смола - побічний продукт перегонки кам'яного вугілля на газових і коксохімічних заводах. Вона піддається перегонці для виробництва очищених продуктів, серед яких містяться всі види палива з кам'яновугільної смоли від рідкого креозоту до м'якого пеку. Практичні заходи, необхідні для забезпечення бездимного спалювання їх, ідентичні тим, які застосовуються при спалюванні нафти. Якщо не дотримуватися таких запобіжних заходів, то спалювання кам'яновугільної смоли може супроводжуватися утворенням чорного диму. Паливо кам'яновугільного походження зазвичай містить більшу кількість вуглецю, ніж паливо нафтового походження, і дає полум'я більшої температури і яскравості.

Мета: переробити коксохімічних відходів.

Основним способом утилізації вторинних смолоподібних продуктів коксохімічних виробництв є їх подання у вугільну шихту, що йде на коксування. Внесення смолоподібних добавок в шихту без попередньої обробки можливо тільки при їх нагріванні до текучого стану. Це, в свою чергу, пов'язано з додатковими труднощами внаслідок корозійної небезпеки, а також схильності ряду вторинних матеріалів до активної полімеризації навіть при незначному нагріванні. Внаслідок специфічних властивостей ряду смолоподібних вторинних продуктів, перед подачею в шихту їх попередньо нейтралізують. В даний час подібна нейтралізація на підприємствах України здійснюється головним чином содою або аналогічними реагентами.

Рядом робіт показано, що такі матеріали, як, наприклад, залишки механізованих освітлювачів та інші смолисті органічні відкладення, не роблять негативного впливу на процес коксування, а в деяких випадках здатні позитивно впливати на якість коксу. Вторинні матеріали, окремі якісні показники яких ускладнюють їх утилізацію і несумісні з нормальним протіканням процесу коксування (наприклад, занадто низький або високий рівень рН), як правило, можуть подаватися у шихту у вигляді компаундів з іншими матеріалами, повністю або частково нейтралізують їх негативний вплив.

Подача смолоподібні матеріалів здійснюється в вуглезагрузочний вагон за допомогою пристрою, розташованого зверху печей. На відміну, наприклад, від подачі струменем на шар шихти, переміщуваний транспортерною стрічкою, цей спосіб дозволяє більш успішно вирішувати перераховані вище проблеми.

Результати ректифікації кам'яно вугільної смолки:

Показники		Зміна значення показників , абс. од.	Зміна сірчистості фракцій , абс. %
Масова частка фракцій, що википають в інтервалі температур , %	Інтервал температур , °С		
	До 180	-0,3	-0,15
	180-200	-0,13	+0,04
	200-230	-2,60	+0,04
	230-300	+3,48	-0,10
	300-360	-8,26	-0,08
	360-380	-0,06	-0,07
Масова доля пека, %		+7,36	+0,137
Температура розм'якшення пеку , °С		-21,0	

Висновок: Таким чином, розроблений нами технологія забезпечує поліпшення якості високоліквідного продукту та утилізацію вторинного матеріалу.

Література 1

- 1) Капкін В.Д. 398с. Технологія органічного сінеза
- 2) Лотош В.Е. 503с. Фундаментальні основи природокористування

ДОСЛІДЖЕННЯ ГАЗИФІКАЦІЇ ВУГІЛЛЯ РІЗНИМИ ГАЗИФІКУЮЧИМИ АГЕНТАМИ

Юрченко К. М., , Зубцов Є.І., доцент, к.т.н.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

У сучасній хімічній промисловості за порівняно короткий історичний період отримав широкий розвиток і застосування цілий ряд процесів, заснованих на проведенні газофазних каталітичних синтезів з синтез-газу. Синтез-газ став базовим продуктом для виробництва: аміаку з азотоводневої суміші, вуглеводнів, метанолу та ряду інших продуктів. Залежно від умов проведення процесу, з синтез-газу можна отримувати з'єднання різної будови і призначення (рисунок) [1, 2]. У всіх процесах виробництва синтез-газу постійно присутній діоксид вуглецю. Він відділяється і також застосовується як сировина для ряду синтезів. Виробництво багатьох продуктів вимагає певного співвідношення $H_2 : CO$ (таблиця) [3, 4].

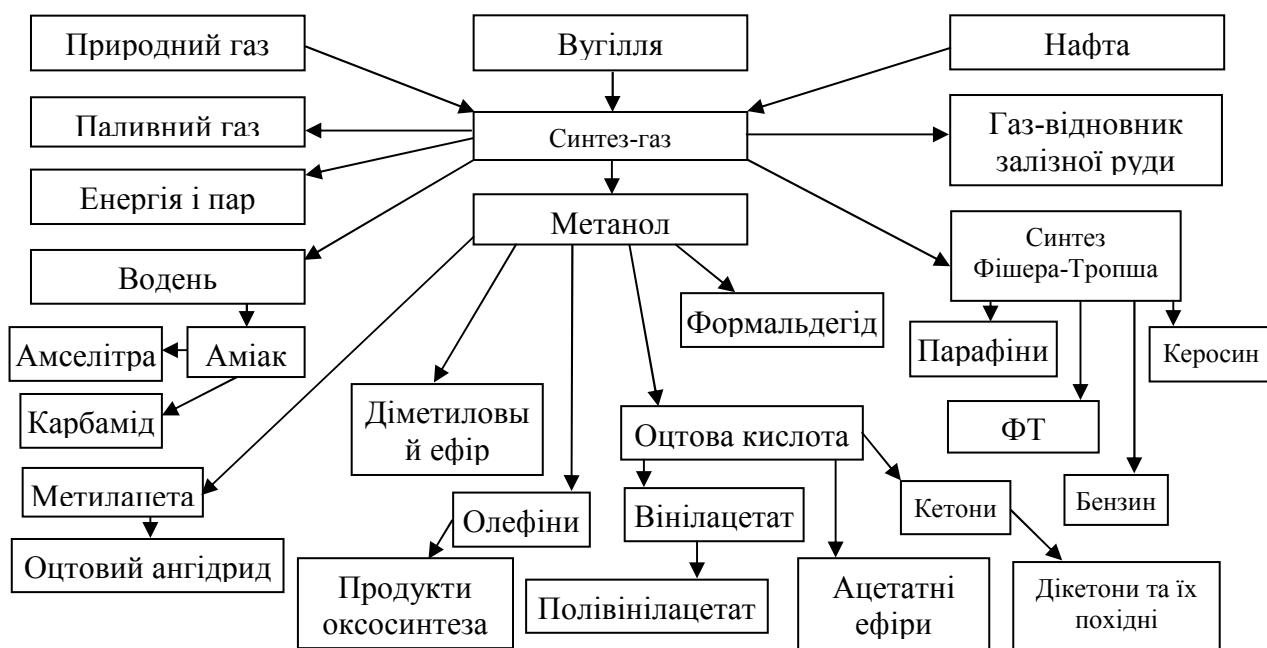


Рисунок. Джерела отримання синтез-газу і основні напрямки його використання.

Таблиця. Потреба в синтез-газі для виробництва продуктів основної хімії

Продукт	Необхідне співвідношення H_2/CO , моль/моль	Об'єм виробництва, т/рік	Потреба в синтез-газі, $m^3/год$
Амоніак	1 : 0	$152,5 \cdot 10^6$	$35 \cdot 10^6$
Карбамід	із CO_2	$146 \cdot 10^6$	—
Азотні добрива	—	$169 \cdot 10^6$	—
Метанол	2 : 1	$35,2 \cdot 10^6$	$52,5 \cdot 10^6$
Оцтова кислота	0 : 1	$27,5 \cdot 10^6$	$1,8 \cdot 10^6$
Формальдегід	з метанолу	$19,5 \cdot 10^6$	—
Оцтовий ангідрид	0 : 1	90000	3500
Продукти оксосинтезу	2 : 1	115000–275000	12000–25000
Мурашина кислота	0 : 1	45000	3500
Пропіонова кислота	0 : 1	45000–68000	2400–3500
Метилакрилат	1 : 1	45000	4700
1,4-Бутандіол	2 : 1	45000	4700
Всього	—	$5,5 \cdot 10^8$	$8,9 \cdot 10^7$

Водень і газові суміші, перш за все синтез-газ, в даний час виробляються наступними методами:

1. У країнах, які мають значну кількість дешевого природного газу, що містить переважно метан (понад 90%), його конверсією водяною парою, двоокисом вуглецю або киснем отримують синтез-газ необхідного складу.

2. Конверсія твердого палива із застосуванням водяної пари. Різні варіанти цього методу, що знайшли широке застосування до середини ХХ століття, в основному зводяться до процесів між вуглецем палива і окислювачем (киснем і водяною парою).

3. Конверсія твердих горючих копалин (ТГК) в розплавах неорганічних речовин, переважно металах, їх оксиди і солі лужноземельних металів, сумішшю водяної пари і кисню. Розкладання метану і деяких інших вуглеводнів в розплавах неорганічних солей.

Поряд зі згаданими широко вживаними процесами промислового виробництва водню і синтез-газу, існує ряд виробництв, які представляють собою різні варіанти і комбінації зазначених методів.

У даній роботі розглядається можливість переходу на вугілля в якості палива і сировини для енергетичного комплексу та хімічної промисловості. Газифікація вугілля дуже затребувана в Україні, тому що є одним із шляхів скорочення залежності від імпортного газу. Кам'яне, буре вугілля, які є на території України, цілком підходять для реалізації процесу. Технологія газифікації складна багатокомплексністю різнопланового виробництва, але майже весь технологічний ланцюг, крім самого газифікатора, існує в Україні і добре відпрацьований, тому що підготовка палива використовується на всіх теплових електростанціях і вугільних енергоблоках, а каталізатори для хімічного процесу також виробляються.

Газифікація – термоокислювальна переробка твердих горючих копалин при підвищених температурах (800-1600⁰С) з метою отримання горючих або технологічних газів.

Існують такі основні напрямки розвитку технології газифікації твердих палив:

- газифікація низькосортних, в першу чергу сірчистих, твердих палив з метою отримання опалювальних і енергетичних газів;
- газифікація з метою отримання газової сировини (синтез-газу, газів-відновників, водню);
- газифікація з метою виробництва замінників природного газу.

У даній роботі досліджується газифікація вугілля в розплаві теплоносія з метою отримання синтез-газу для хімічних синтезів або енергетичного газу для використання в якості палива. В якості газифікуючого агенту пропонується використовувати воду, повітря, діоксид вуглецю і їх суміші. Мета роботи - провести аналіз одержуваного синтез-газу (напрямки його використання) при використанні різного виду дуття.

Література

1. Методи розрахунків у технології неорганічних виробництв. Ч. 1. Зв'язаний азот : [Підруч.] // [О. Лобойко, Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, І. Слабун та ін.]. – Харків: НТУ «ХП», 2001. – 512 с. – ISBN 966-593-236-5.
2. Братичак М. М. Основи промислової нафтохімії: [Підруч.] // М. М. Братичак. – Львів: Нац. ун-т «Львівська політехніка», 2008. – 604 с. – ISBN 978-966-553-654-3.
3. Ван ден Оостеркамп П. Достижения в производстве синтез-газа / П. ван ден Оостеркамп, Э. Вагнер, Дж. Росс // Российский химический журнал. Т. XLIV. – 2000. – №1. – С. 11 – 17.
4. Джордан Дж. Метанол: глобальный обзор / Дж. Джордан; [пер. Г. Липкин] // НЕФТЕГАЗОВЫЕ технологии. – 2007. – № 8. – С. 90-93.

ВПЛИВ ДОБАВОК НА СТРУКТУРУ ХІМІЧНО ОСАДЖЕНОГО КАРБОНАТУ КАЛЬЦІЮ

Мішина М.О., Ожередова М.А. к.т.н., доц.

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Карбонат кальцію є одним з найбільш поширених наповнювачів, який використовується в різних галузях промисловості: виробництво лаків і фарб, переробка полімерів, паперової, гумотехнічної, нафтохімічної промисловостях та ін. [1]. Основною його перевагою в порівнянні з іншими неорганічними наповнювачами є сталість його характеристик при зберіганні, відносна простота отримання з необхідною дисперсністю, дешевизна, не токсичність [2].

Карбонат кальцію може бути отриманий або подрібненням природної сировини, або хімічним осадженням з розчинів. Хімічно осаджений карбонат кальцію має задану форму і розмір кристалів, сталість хімічного складу, досить високу дисперсність.

Метою даної роботи був аналіз впливу різних добавок на структуру одержуваного карбонату кальцію.

При використанні в якості добавки бікарбонату натрію спостерігається зниження швидкості утворення CaCO_3 , у порівнянні з використанням розчину карбонату натрію. Це обумовлено тим, що гідрокарбонат натрію, перш ніж вступити в реакцію з хлоридом кальцію, повинен спочатку розкластися до карбонату натрію, що і знижує швидкість утворення карбонату кальцію. Взаємодія відбувається за наступною схемою [3]:



Використання органічних модифікаторів (ПАР, граничних одноатомних спиртів) призводить до зменшення розмірів частинок CaCO_3 . У присутності таких добавок можна отримувати кристали карбонату кальцію <1 мкм, що викликано адсорбцією їх молекул на поверхні зародкових кристалів і блокуванням зростання кристалічних частинок.

Застосування неорганічних модифікаторів (K_2CO_3 , KOH , NH_4Cl) сприяє збільшенню розмірів кристалів в 1,5-2 рази, що зумовлено селективною адсорбцією іонів модифікаторів і зміною величини заряду на гранях кристалів.

Істотний вплив на форму одержуваних кристалів надає співвідношення концентрацій іонів $[\text{Ca}^{2+}]/[\text{CO}_3^{2-}]$. При великому надлишку CO_3^{2-} утворюються пластинчасті кристалічні частинки трикутної, шестикутної і круглої форми. При цьому первинною формою є трикутна, а шестикутна і кругла форми є вторинним продуктом руйнування і стирання трикутних пластинок CaCO_3 . При зменшенні надлишку іонів CO_3^{2-} і наближенні до стехіометричного співвідношення концентрацій іонів $[\text{Ca}^{2+}]/[\text{CO}_3^{2-}]$ спостерігається перехід від пластинчастої до об'ємної форми частинок CaCO_3 - кубічної і кулястої.

Таким чином, залежно від застосовуваних добавок кристали CaCO_3 можуть мати різну конфігурацію: ромби - з добавкою NH_4Cl , куби - з добавкою карбаміду, овальна форма - з добавкою аміну, квадратна форма - в присутності ПАР.

Література

1. Наполнители для полимерных композиционных материалов. Справочное пособие / Под ред. П.Г. Бабаевского. – М.: Химия, 1981. – 736 с.
2. Залесский В. И. Тонкодисперсный технический мел: применение, шансы роста производства и потребления в Украине / В. И. Залесский, В. И. Миголь, Т. В. Ковеня // Хімічна промисловість України. – 2003. – № 3. – С. 52 – 56.

3. Пойлов В.З. Исследование кинетики образования карбоната кальция / В.З. Пойлов, А.Р. Кобелева, Ю.В. Фишер. // Проблемы и перспективы развития химических производств на Западном Урале: Сб. научн. трудов Пермского гос. техн. ун-та. - Пермь: ПГТУ, 2006. - С.153 - 160.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ОТРАБОТАННЫХ НИКЕЛЬСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРОВ НА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКУЮ ВЕРОЯТНОСТЬ ОСАЖДЕНИЯ НИКЕЛЯ

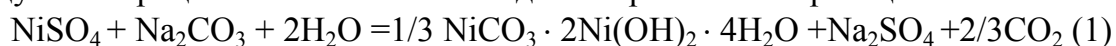
Литвинова Д.Ю., Ожередова М.А. к.т.н., доц.

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

Наибольший практический интерес для извлечения цветных металлов, представляют отработанные высоко- и низкоконтентрированные растворы катализаторных производств, производств солей металлов и сверхтвердых материалов, предприятий цветной металлургии.

Из локальных систем наиболее просты и доступны системы с реагентной переработкой локального стока [1]. При использовании в качестве осадителя, раствора кальцинированной соды, в таких процессах образуется труднорастворимый осадок, как правило, карбонат или гидрокарбонат металла, а раствор насыщается хлоридом или сульфатом натрия. Для определения теоретически возможной остаточной концентрации солей цветных металлов после химического обезвреживания отработанных металлосодержащих растворов проведен анализ влияния концентрации хлорида и сульфата никеля в отработанных растворах на термодинамическую вероятность реакций осаждения никеля из них.

Исследуемый процесс химического осаждения протекает по реакциям:



Расчет энергии Гиббса и равновесной степени превращения, а также поправки, учитывающей отклонение свойств реальных электролитов от идеальных проведен по методу А.Б. Здановского по разработанной программе [2].

При проведении расчетов принимали концентрацию раствора кальцинированной соды 200 г/л, концентрацию хлорида и сульфата никеля (II) изменяли в пределах 0,1 – 150 г/л, температура 293 К, давление 1 атм.

Расчет показал, что для высококонтентрированных растворов в интервале концентраций сульфата и хлорида никеля (II) от 150 до 2 г/л численное значение изобарно-изотермического потенциала по абсолютной величине монотонно уменьшается соответственно от -138,22 до -2,5 кДж/моль и от -159,5 до -2 кДж/моль.

Поскольку изменение знака ΔG_T^0 и наибольшее влияние поправки K_a находится в интервале концентраций солей никеля 0,1 - 2 г/л, то на рис. 1 приведены результаты расчета именно для этого интервала концентраций.

Графические зависимости $\Delta G_{T,P,C} = f(C_{\text{эл-та}})$ показывают (рис. 1а), что реакции 1 и 2 термодинамически возможны до достижения концентрации сульфата никеля на уровне 160 мг/л, а хлорида никеля на уровне 155 мг/л. По мере уменьшения концентрации никеля в растворе, особенно при концентрации хлорида и сульфата никеля меньше 2 г/л, происходит снижение термодинамической вероятности протекания процессов его осаждения из-за резкого увеличения численного значения поправки $RT \ln K_a$ (рис. 1б). В интервале концентраций растворов 150÷2 г/л численное значение поправки увеличивается от 6,5 до 17,7 кДж/моль для сульфата никеля и от -1,4 до 16,8 кДж/моль для хлорида никеля. Поправка $RT \ln K_f$ в этих условиях практически не меняется и остается на уровне 7,5 кДж/моль.

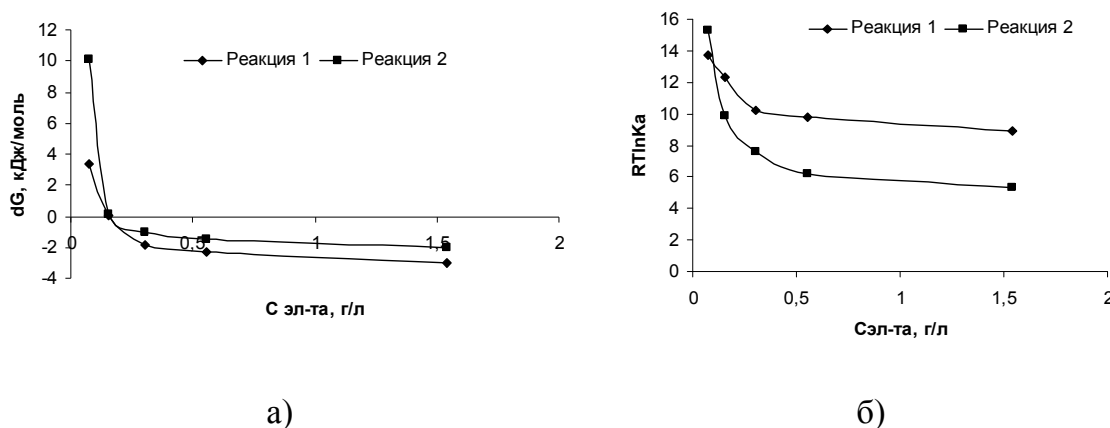


Рис. 1. Зависимость ΔG (а) и $RT\ln K_a$ (б) реакции от концентрации электролита в условиях $T = 293 \text{ K}$, $P = 1 \text{ атм}$

Зависимость $RT\ln K_a = f(C_{эл-та})$ представленная на рис. 1б показывает, что наиболее значительное влияние на изобарно-изотермический потенциал поправка оказывает в интервале концентраций 0 - 2 г/л (значение $\Delta G_{T,P,C}$ уменьшается на 60 - 70 %) для двух растворов. В интервале концентраций 2 - 150 г/л поправка оказывает меньшее влияние, поскольку отрицательное значение $\Delta G_{T,P,C}$ уменьшается на 30 % для сульфатного раствора и на 40 % для хлоридного. Такое влияние поправок в исследуемом интервале концентраций сульфата никеля может быть объяснено следующим. Активность ионов сульфата никеля в водном растворе уменьшается от 0,7 до 0,038. Активность же хлорида никеля в интервале концентраций от 0 до 2 г/л снижается значительно меньше (от 0,523 до 0,46), при дальнейшем увеличении концентрации хлорида никеля от 2 до 275 г/л, активность ионов никеля наоборот возрастает до 0,7. Кроме того, по мере снижения концентрации никеля в растворе происходит увеличение концентрации хлорида и сульфата натрия. Причем активность их в этом интервале концентраций убывает, у сульфата натрия на 55 %, а у хлорида натрия на 16 %. Активность воды во всем указанном интервале концентраций электролитов монотонно снижается от 1 до 0,95 для сульфата никеля и до 0,8 для хлорида никеля. Реально достигаемые концентрации при проведении экспериментов по осаждению никеля из отработанных растворов составляют 167 г/л для хлористого раствора и 180 г/л для сульфатного [3]. Не достижение «равновесия» составляет 7,2 и 11 %, соответственно для хлорида и сульфата никеля, что в 160 раз превышает ПДК для никеля в сточных водах, поступающих на полную биологическую очистку [4].

Таким образом, термодинамическими расчетами показано, что в процессах химического обезвреживания отработанных никельсодержащих растворов насыщенным раствором кальцинированной соды при $T = 293 \text{ K}$ и $P = 1 \text{ атм}$, невозможно получить остаточную концентрацию сульфата никеля ниже 160 мг/л и 155 мг/л хлорида никеля при их начальной концентрации 150 г/л.

Литература

1. Зубченко В.Л. Гибкие автоматизированные гальванические линии / В.Л. Зубченко, В.И. Захаров, В.М. Михайлович (справочное изд.) - Л.: Машиностроение, 1989.- 672с.
2. Суворин А.В. Программная реализация термодинамических расчетов в химической технологии / А.В. Суворин, А.М. Ларгина, О.П. Михайлина, М.А. Ожередова // Системы контроля и управления технологическими процессами: сб научных статей: – Луганск, 2006. – с. 434 - 436.

3. Ожередова М.А. Осаждение никеля из отработанных электролитов электрохимического никелирования / М.А. Ожередова, А.В. Суворин // Вопросы химии и химической технологии. – Днепропетровск: УГХТУ, 2005.- № 5.- с. 207-211.
4. Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах: справочник / [авт. – сост. Я.М. Грушко]. - Л.: Химия, 1979.- 160 с.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЩЕЛОЧНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ АБСОРБЕНТОВ CO_2 НА ПРОЧНОСТНЫЕ И КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НИКЕЛЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ МЕТАНИРОВАНИЯ

Ефремов В.Н.¹, Мугенов Т.И.², Голосман Е.З.¹

¹ *Общество с ограниченной ответственностью «НИАП-КАТАЛИЗАТОР»*

² *Новомосковский институт Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева*

В производствах синтетического аммиака в химической и нефтехимической промышленности широко применяется очистка конвертированного газа от CO_2 с помощью таких поглотителей, как водные модифицированные растворы поташа («Карсол», «Бейнфилд») и активированные водные растворы моноэтаноламина (МЭА). В последние годы на ряде агрегатов синтеза аммиака применяется модифицированный активированный водный раствор метилдиэтиламина (МДЭА).

При нарушении технологического режима происходит попадание этих растворов в метанатор. В результате воздействия, например, раствора «Карсол» на промышленный никель-алюминиевый катализатор НИАП-07-01 (НКМ-1) происходит увеличение газодинамического сопротивления метанатора. Это явление обусловлено кристаллизацией поташа в поровом объеме слоя катализатора и образованием плотной корки в верхней зоне катализаторного слоя.

Рентгенографическим и дериватографическим методами анализа установлено, что в результате промывки этого катализаторного слоя горячим паровым конденсатом в катализаторе НИАП-07-01 (НКМ-1) происходит образование фазы карбоалюмината калия, которая способствует разрушению катализатора.

Показано, что воздействие этого абсорбента не приводит к изменению фазового состава никелевого цементсодержащего катализатора НИАП-07-07 (НКМ-7). Данный катализатор после регенерации продувкой влажным насыщенным паром или после промывки горячим паровым конденсатом, напротив, увеличивает свою механическую прочность вследствие протекания процесса гидратации алюмината кальция, присутствующего в составе катализатора. Катализатор НИАП-07-07 (НКМ-7) сохраняет свои физико-химические и физико-механические характеристики, а также каталитические свойства, несмотря на жесткие условия воздействия щелочных абсорбентов и последующей регенерации.

Приведены результаты исследований воздействия органических абсорбентов (МЭА и МДЭА) на физико-химические, физико-механические характеристики и каталитическую активность катализаторов НИАП-07-01 (НКМ-1) и НИАП-07-07 (НКМ-7), находящихся в оксидной форме.

Установлено, что воздействие этих абсорбентов, приводит к некоторому снижению механической прочности катализатора НИАП-07-01 (НКМ-1), которая, тем не менее, остается на достаточно высоком уровне. Показана высокая устойчивость катализатора НИАП-07-07 (НКМ-7) к их воздействию на такие характеристики, как механическая прочность, пористость, общая удельная поверхность и каталитическую активность.

Рекомендовано для увеличения времени эксплуатации метанаторов в агрегатах по производству синтетического аммиака применять никелевый цементсодержащий

катализатор марки НИАП-07-07 (НКМ-7), который может изготавливаться в виде таблеток, колец или экструдатов.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТРАБОТАННЫХ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД

Шибека Л.А. к.х.н., доц., Федченко Н.А.

Белорусский государственный технологический университет

Ионообменные смолы находят широкое применение в процессах водоподготовки на промышленных предприятия, объектах теплоэнергетики и жилищно-коммунального хозяйства. Полученная путем очистки на ионообменных установках вода характеризуется высоким качеством. Относительная простота метода ионного обмена и высокое качество очищенной воды обуславливает широкое использование данного способа водоподготовки на практике (в том числе в системах оборотного водоснабжения предприятий и при эксплуатации теплообменного оборудования).

Одним из недостатков использования ионного обмена, как метода очистки воды, является образование отходов, в том числе отработанных ионообменных смол (катионитов и анионитов). Известно, что ионообменные смолы могут подвергаться многократной регенерации с использованием, в зависимости от вида применяемых ионитов, растворов кислот или щелочей. После проведения определенного количества циклов «работа-регенерация» ионообменные смолы утрачивают свои поглощательные свойства и требуют замены. В настоящее время отработанные ионообменные смолы в основном не подлежат повторному использованию и подвергаются хранению в местах складирования отходов или захоронению на полигонах. В связи с широким применением ионообменного метода очистки воды на практике количество накопленных отработанных ионообменных смол постоянно увеличивается.

Целью работы является изучение возможности использования отработанных ионообменных смол в процессах очистки природных вод от соединений железа.

Задачи исследований:

- 1) проанализировать состав подземных вод Республики Беларусь;
- 2) изучить методы очистки природных вод от соединений железа;
- 3) исследовать процесс очистки воды от соединений железа с использованием отработанных ионообменных смол.

Исследования проводили с использованием отработанных ионообменных смол: анионита марки АВ-17-8 и катионита марки КУ-2-8. Согласно классификатора отходов Республики Беларусь [1] применяемые в работе отработанные ионообменные смолы относятся к группе VI «Отходы пластмасс, резиносодержащие отходы», подгруппе А «Затвердевшие отходы пластмасс». В соответствии с данным документом смолы отработанных ионообменников в зависимости от марки имеют 3 или 4 класс опасности. В нашем случае, ионообменная смола отработанная марки АВ-17 (код 5712402) относится к отходам 3 класса опасности, а ионообменная смола отработанная марки КУ-2 (код 5712403) – 4 класса опасности. Несмотря на относительно невысокие классы опасности проблема обращения с данными отходами очевидна.

В работе проведены исследования по оценке возможности использования отработанных ионообменных смол в процессах очистки природных вод от соединений железа. Удаление соединений железа из природных вод является актуальной задачей, что подтверждается результатами ежегодно проводимых исследований по оценке качества подземных вод Республики Беларусь. Так согласно [2], подземные воды в стране в целом соответствуют требованиям СанПиН 10–124 РБ 99 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» [3], однако в них наблюдается повышенное

содержание железа и марганца, и низкое – фтора, йода и перманганатной окисляемости, что обусловлено природными гидрогеологическими условиями территории.

Очистка природных вод от железосодержащих соединений, проводимая на станциях водоподготовки, обычно предусматривает окисление двухвалентного железа до трехвалентного. Образовавшаяся взвесь соединений Fe (III) в последующем отделяется путем фильтрования на песчаных фильтрах. Особенностью данного способа очистки природных вод является невысокая эффективность в отношении комплексов железа с гуминовыми соединениями.

Ранее проведенные исследования [4] свидетельствуют о том, что применение отработанных ионообменных смол для удаления соединений гуминовоокислого железа является неэффективным, что, вероятно, объясняется большими размерами макромолекул гуминовых веществ и невозможностью их закрепиться на матрице смолы. Для увеличения поверхности соприкосновения твердой и жидкой фаз в работе проводили измельчение ионообменных смол до частиц размером менее 1 мм. Исследования проводили при концентрации измельченных отработанных ионообменных смол в растворе 0,4 г/дм³.

В работе использовали модельные растворы, содержащие ионы железа (концентрация Fe (III) изменялась в диапазоне 20-100 мг/дм³). Содержание ионов железа определяли фотоколориметрическим методом с использованием сульфосалициловой кислоты [5].

Для создания условий, аналогичных естественным состояниям, наблюдаемым в природных водных экосистемах, исследование проводили в присутствии гуминовых веществ, выделенных из верхового торфа. Процесс очистки воды оценивали по разнице содержания ионов железа в пробе в начале опыта и по истечению 2 часов контакта жидкой (раствора) и твердой (навески измельченных ионообменных смол) фаз. По полученным результатам производили расчет коэффициента извлечения (Ки) соединений железа, показывающий количество (мг) ионов железа, извлекаемых единицей навески (1 г) смолы. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Коэффициенты извлечения соединений железа из воды измельченными отработанными ионообменными смолами

Начальная концентрация Fe ³⁺ в воде, мг/дм ³	Ки (мг/г) при использовании катионита (К), анионита (А) или их смесей (при массовом соотношении К:А)					
	Катионит	Анионит	К:А=1:1	К:А=2:1	К:А=3:1	К:А=4:1
20	51	3	3	3	3	3
40	108	5	27	7	42	5
60	144	23	45	22	67	53
80	171	30	45	43	69	69
100	177	30	57	62	69	69

Полученные результаты свидетельствуют о том, что добавление измельченных отработанных ионообменных смол в воду приводит к удалению соединений железа, о чем свидетельствует увеличение коэффициента извлечения. Причем с увеличением начальной концентрации соединений Fe (III) в пробе растет Ки для всех рассматриваемых вариантов очистки.

Наилучшей способностью извлекать ионы железа в присутствии гуминовых веществ в рассматриваемом диапазоне начальных концентраций Fe (III) в воде характеризуется отработанный измельченный катионит (Ки=177 мг/г), наименьшей (при тех же условиях) – измельченный отработанный анионит (Ки=30 мг/г). Это является

ожидаемым, так как ионы железа способны вступать во взаимодействие с ионами металлов, присутствующими в матрице катионита. Образование связей с функциональными группами анионита возможно при взаимодействии гуминовых веществ, содержащих ионы железа. Поскольку полученные значения K_i намного меньше для анионита, чем для катионита, следовательно, такое взаимодействие является более редким и менее предпочтительным.

Применение смесей измельченных катионитов и анионитов ставило целью исследовать возможность образования сложных комплексов, как с участием только отработанных ионообменных смол и ионов железа, так и с участием гуминовых веществ, отработанных смол и ионов железа. Полученные результаты свидетельствуют о том, что такие комплексы образуются. В противном случае, следовало бы наблюдать увеличение коэффициента извлечения соединений железа пропорционально росту доли измельченного катионита в составе смеси ионообменных смол. В нашем случае рост доли катионита в смеси не всегда приводит к увеличению K_i . Наиболее ярко эта ситуация имеет место при концентрации ионов железа в пробе 100 мг/дм^3 для смесей при соотношениях $K:A=4:1$ и $K:A=3:1$, когда $K_i=69 \text{ мг/г}$.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что помимо наличия свободных функциональных групп в катионите, способных взаимодействовать с ионами железа в воде, определенное значение имеет возможность образования сложных трехкомпонентных и (или) четырехкомпонентных комплексов, содержащих катионообменные, анионообменные смолы, гуминовые вещества и ионы железа. Прогнозирование количественного образования таких комплексов достаточно проблематично, так как, в этом случае, необходимо знать содержание всех функциональных групп в используемых компонентах: отработанных ионообменных смолах и гуминовых веществах.

Из таблицы 1 видно, что разница между значениями коэффициентов извлечения соединений железа при использовании отработанных катионитов и смесей ионообменных смол составляет более чем 2,5 раза. Это свидетельствует о том, что более целесообразным для извлечения соединений железа из природных вод является применение отработанных катионитов.

Таким образом, отработанные ионообменные смолы могут найти применение в процессах очистки природных вод от гуминовокислого железа. Однако перед их использованием необходимо провести предварительную оценку эффективности их применения в конкретных производственных условиях с учетом реального состава очищаемых природных вод и используемых отработанных ионообменных смол.

Литература

1. Об утверждении классификатора отходов, образующихся в Республике Беларусь: Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь №85 от 08.11.2007 г. (в ред. постановлений Минприроды от 30.06.2009 г. №48, от 31.12.2010 г. №63, от 07.03.2012 г. №8) – 94 с.

2. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень 2015 г. – Минск, 2016. – 323 с.

3. СанПиН 10–124 РБ 99. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества / Постановление Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 19.10.1999 № 46. – Минск, 1999. – 12 с.

4. Шибека, Л.А., Антухевич, С.А. Использование ионообменных смол в процессах очистки природных вод от железа // Материалы докладов Международной научно-технической конференции «Новые технологии рециклинга отходов производства

и потребления», Минск, 19-21 октября 2016 г.; УО БГТУ. – Минск: БГТУ, 2016. – С. 39-42.

5. Лихачева, А.В. Химия окружающей среды. Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие для студ. / А.В. Лихачева, Л.А. Шибeka. – Минск: БГТУ, 2011. – 204 с.

ИЗУЧЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ В ВОДНО-СОЛЕВОЙ СИСТЕМЕ

$\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-NH}_4\text{NO}_3\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ при 0°C

Минаковский А.Ф. к.т.н, доц., Дашко Н.С., Шатило В.И. к.т.н, доц., Карчевская В.Г.

Белорусский государственный технологический университет, Беларусь, Минск

Жидкие удобрения имеют ряд преимуществ перед твердыми удобрениями. Они не пылят, не слеживаются, отличаются свободной текучестью, а неблагоприятные климатические условия не оказывают существенного влияния на их качественные показатели. В то же время жидкие удобрения по своей агрохимической эффективности равноценны твердым. Они обеспечивают возможность полной механизации всех процессов внесения при обработке почвы (пахота, культивация и другие методы). При этом их производство значительно проще и дешевле, поскольку исключаются энергоемкие стадии выпарки, грануляции и сушки.

В настоящее время во многих странах отмечается проявление серной недостаточности. Из всех видов минеральных удобрений наибольшее количество серы содержит сульфат аммония (AS) – 24 %, применение которого позволит обеспечить растения одновременно азотом и серой.

С учетом технических требований, предъявляемых к жидким удобрениям (ЖУ), для разработки расширенного ассортимента ЖУ необходимо располагать данными о растворимости в воде (W) при температурах 0°C и ниже в системах, содержащих помимо азота и другие питательные элементы.

Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-NH}_4\text{NO}_3\text{-H}_2\text{O}$, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ и $\text{NH}_4\text{NO}_3\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ изучены в широком интервале температур для определения и разработки составов жидких азотных удобрений [1, 2].

Поскольку в литературных источниках отсутствуют данные о фазовом состоянии четырехкомпонентной системы $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-NH}_4\text{NO}_3\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ при температуре 0°C , то целью работы являлось изучение растворимости в указанной системе и разработка новых составов серосодержащих жидких комплексных удобрений.

Предварительно было определено время, необходимое для достижения состояния равновесия в исследуемой системе.

Суммарная продолжительность эксперимента составила 4,5 часа.

Равновесие в системе $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-NH}_4\text{NO}_3\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ при 0°C устанавливается в течение 180 минут после начала эксперимента. При этом было обнаружено значительное снижение содержания азота в аммонийной форме в жидкой фазе в первые 60 минут эксперимента. Для выявления причины этого явления был изучен тепловой эффект растворения в воде как каждого компонента исследуемой системы (карбамид (U), нитрат аммония (AN), сульфат аммония) отдельно, так и всей системы в целом.

Изучение зависимости температуры системы от продолжительности взаимодействия показало, что наибольшее изменение температуры наблюдается для системы U-W – за 5 минут температура снижается на 14°C (до $+9^\circ\text{C}$), в системе AS-W – за такой же промежуток времени – на $5,5^\circ\text{C}$ до $+17,5^\circ\text{C}$. Очевидно, что наблюдаемые зависимости имеют корреляцию с тепловым эффектом растворения солевых компонентов. Интегральные теплоты растворения сульфата аммония и карбамида – минус 9,92 и минус 13,5 кДж/моль, соответственно.

Наибольшее проявление эта зависимость имеет при совместном взаимодействии смеси солевых компонентов с водой. Температура системы значительно снижается в

первые минуты вплоть до минус 7°C и восстанавливается до температуры окружающей среды только через 120-150 минут.

Следовательно, в первую очередь в системе идет процесс растворения сульфата аммония, содержание азота в аммонийной форме возрастает. Затем начинает растворяться карбамид, наблюдается снижение концентрации и достигается состояние равновесия.

Растворимость аммонийных солей имеет сильную зависимость от температуры. Следовательно, при значительном снижении температуры за счет эндотермического эффекта растворения карбамида и аммонийных солей содержание азота в аммонийной форме в системе снижается в первые 30 минут и стабилизируется в течение 150-180 минут.

Определение составов жидкой фазы в эвтонической точке проводили изотермическим методом. [3] Усредненные значения параллельных опытов в пересчете на солевой состав жидкой фазы в системе $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-NH}_4\text{NO}_3\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ при 0°C представлены в таблице.

Таблица – Растворимость в системе $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-NH}_4\text{NO}_3\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ при 0°C

Точка	Система	Состав жидкой фазы, масс. %			
		$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	NH_4NO_3	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	H_2O
<i>N</i>	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-NH}_4\text{NO}_3\text{-H}_2\text{O}$	36,5	45,5	-	18,0
<i>S</i>	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$	31,2	-	28,8	40,0
<i>K</i>	$\text{NH}_4\text{NO}_3\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$	-	49,1	6,0	44,9
<i>E</i>	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-NH}_4\text{NO}_3\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$	33,7	30,0	9,2	27,1
1	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-NH}_4\text{NO}_3\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$	3,1	41,5	8,2	47,2
2	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-NH}_4\text{NO}_3\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$	7,9	34,2	12,0	45,9
3	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-NH}_4\text{NO}_3\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$	9,8	28,6	10,6	51,0
4	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-CO}(\text{NH}_2)_2\text{-NH}_4\text{NO}_3\text{-H}_2\text{O}$	39,7	44,8	1,9	15,5
5	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-CO}(\text{NH}_2)_2\text{-NH}_4\text{NO}_3\text{-H}_2\text{O}$	32,3	34,9	4,6	28,2
6	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-CO}(\text{NH}_2)_2\text{-NH}_4\text{NO}_3\text{-H}_2\text{O}$	28,3	27,4	6,6	37,7
7	$\text{NH}_4\text{NO}_3\text{-CO}(\text{NH}_2)_2\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$	32,6	3,2	27,8	36,4
8	$\text{NH}_4\text{NO}_3\text{-CO}(\text{NH}_2)_2\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$	31,9	1,8	26,5	39,8
9	$\text{NH}_4\text{NO}_3\text{-CO}(\text{NH}_2)_2\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$	30,6	1,2	26,9	41,3

Здесь же приведены литературные данные по составу эвтонических точек (точки *N*, *S*, *K*) оконтуривающих трехкомпонентных систем – $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-NH}_4\text{NO}_3\text{-H}_2\text{O}$, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ и $\text{NH}_4\text{NO}_3\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$. Ветви совместной кристаллизации двух солей исследовались с помощью сечений «две кристаллические соли – раствор третьей соли». В ходе исследования изучено три разреза (точки 1-3) на линии совместной кристаллизации сульфата и нитрата аммония, три разреза (точки 4-6) на линии совместной кристаллизации карбамида и нитрата аммония и три разреза (точки 7-9) на линии совместной кристаллизации карбамида и сульфата аммония.

Полученные данные могут выступать в качестве справочных для разработки оптимальных составов жидких NS удобрений.

По соотношению питательных элементов составы ЖУ с температурой кристаллизации 0°C, приготовленные в данной системе, могут варьироваться от N:S=34,5:0,5 (точка 4) до 22:7 (точка 7).

Литература

1. Кучерявый В.И. Синтез и применение карбамида/ В.И. Кучерявый, В.В. Лебедев// Изд-во: «Химия», 1953. – С. 28-31.
2. Коган В.Б. Справочник по растворимости тройных многокомпонентных систем/ В.Б. Коган, В.М. Фридман, В.В. Кафаров// Москва: Изд-во Академии наук СССР, т. 2, кн. 1, 1963. – С.364.
3. А.Ф. Минаковский, Н.С. Дашко Изучение растворимости в системе «CO(NH₂)₂-(NH₄)₂SO₄-K₂SO₄-H₂O»// Международная научно-исследовательская конференция «Приоритетные направления современных научных исследований XXI века». Статьи, тезисы докладов: Трехгорный, 20 апреля 2016 г. – Трехгорный, 2016. – С. 95-97.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КОНДИЦИОННОСТИ ПРИРОДНЫХ КАОЛИНОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Сергиевич О. А., Попов Р. Ю., к.т.н., Дятлова Е. М., к.т.н., доц.

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет»

подавляющее большинство каолинов с целью повышения его качественных характеристик подвергают обогащению, при помощи которого удаляются нежелательные примеси. Выбор того или иного метода повышения кондиционности должен быть подобран индивидуально, исходя из качественных технологических и химико-минералогических характеристик используемого сырья. Целью работы является установление особенностей процессов обогащения каолинов «Ситница» и «Дедовка» различными методами. Основными задачами настоящего исследования является определение влияния вида и параметров процессов обогащения на химический, минеральный состав и свойства каолинов месторождений Республики Беларусь.

С помощью гидравлического способа можно очищать или разделять на фракции по крупности исследуемое каолиновое сырье в виде суспензий, направленно регулируя его гранулометрический состав [1]. Применительно к каолинам белорусских месторождений, учитывая гидрогеологические условия их залегания, а также высокую засоренность сырья крупноразмерными включениями кварца, полевых шпатов и красящих оксидов при достаточной схожести комплексных характеристик, обогащение исследуемого сырья проводилось ситовым способом и методом отмучивания. Мокрое ситовое обогащение осуществлялось путем процеживания каолиновой суспензии с влажностью 60 % через сито № 0063 с последующей промывкой остатка. При отмучивании каолиновые суспензии влажностью 50 % помещались в цилиндрический сосуд и выстаивались в течение 90 мин для оседания фракции с размером свыше 0,005 мм [2]. Установлено [3], что при биологическом обогащении глинистого сырья под действием гетеротрофных силикатных микроорганизмов происходит диспергация глинистых минералов, повышение пластичности и адсорбционной способности, снижение коэффициента чувствительности к сушке и температуры спекания глин и каолинов с более активным поведением бактерий в суспензиях, чем в пластических массах. Культуральная жидкость с силикатными бактериями *Bacillus mucilaginosus* в количестве 8 мл на 100 г сухого вещества (1,2 млрд. шт клеток) вводилась в шликер из каолина «Ситница» с влажностью 47 %. Биообработанные суспензии выдерживались в термостате при температуре 30 °C в течение 7, 14, 21, 28 суток. Целью процесса химического обогащения каолинов является наиболее полное удаление красящих соединений. Пофракционный химический анализ каолинового сырья показал, что во

фракции менее 0,063 мм содержание Fe_2O_3 возрастает более, чем в 2 раза по сравнению с природными каолинами. Для максимального удаления железосодержащих примесей из каолина «Дедовка» было произведено восстановление $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ гидросульфитом натрия в солянокислой среде [4].

Гистограммы распределения частиц по размерам обогащенных каолинов представлены на рисунке 1. Максимальное количество глинистых минералов в обогащенных каолинах составляют частицы с размером меньше 0,005 мм, при этом степень их дисперсности гораздо выше по сравнению с природными по причине удаления крупных фракций песка и материнской полевошпатовой породы. В обогащенном каолине «Дедовка» полностью отсутствуют частицы размером свыше 0,15 мм, в то время как в каолине «Ситница» их количество составляет 9,4 %, что, вероятно, обусловлено неизометричной формой частиц в данной пробе. Для обогащенных каолинов обоих месторождений количественный максимум приходится на содержание частиц размером 0,005–0,01 мм, где кроме глинистых минералов могут присутствовать тонкодисперсные разности кварца и микроклина.

Обогащенные гидравлическим ситовым способом каолины можно классифицировать как средне- и низкодисперсное глинистое сырье, в то время как природные каолины «Ситница» и «Дедовка» являются грубодисперсными. Содержание глинообразующих частиц в обогащенном каолине «Ситница» больше, чем в каолине «Дедовка» приблизительно в 1,5 раза.

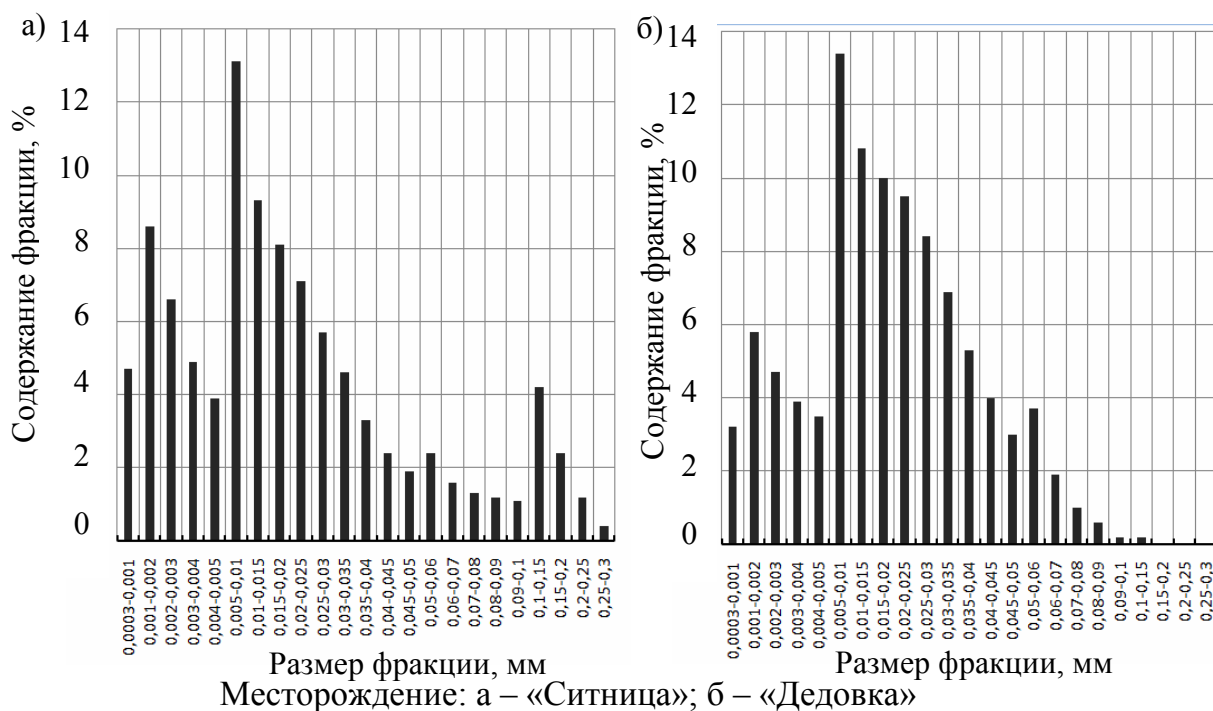


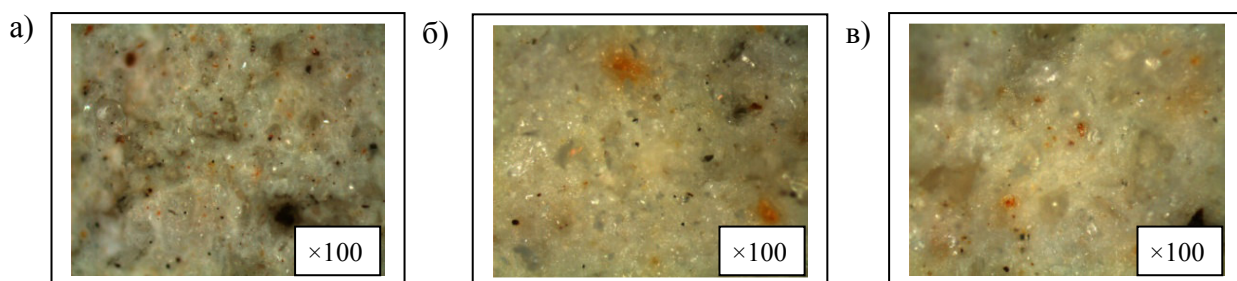
Рисунок 1. – Гистограммы распределения частиц по размерам обогащенных гидравлическим ситовым способом каолинов

Метод отмучивания позволяет получить обогащенный продукт более высокого качества, однако данный способ характеризуется незначительным выходом кондиционного каолина (18–22 % для каолина «Ситница» и 12–15 % для каолина «Дедовка») и высокими энергозатратами на высушивание. При гидравлическом обогащении ситовым способом каолинов месторождений «Ситница» и «Дедовка» обеспечивается максимальный выход обогащенного каолина – соответственно до 32,5 и 40 %, однако его качественные характеристики не в полной мере соответствуют требованиям ГОСТ 21286–82. При мокром ситовом обогащении максимально исключаются примеси кварца и материнской породы в первичных белорусских

каолинах; соединения железа практически не удаляются с крупными фракциями, так как их максимальное количество содержится во фракциях менее 0,063 мм, что требует более глубокой степени очистки сырья с использованием других методов: биологического или химического обогащения [5].

Обогащение методом биологической обработки позволило определить благотворное влияние силикатных бактерий *Bacillus mucilaginosus* на природный каолин месторождения «Ситница» за счет диспергирования глинистых частиц, подвижность которых повышается за счет биохимического воздействия продуктов метаболизма, адсорбирующихся на частицах каолина, что способствует формированию более прочной коагуляционной структуры. Коэффициент чувствительности к сушке в биообработанном каолине «Ситница» возрастает практически в 1,5 раза, что обусловлено снижением степени влагопроводности диспергированных частиц каолинита. Результаты седиментационного анализа позволяют отнести обогащенный каолин «Ситница» к низкодисперсному сырью, что естественно окажет влияние на его технологические свойства и характеристики обожженных продуктов. Число пластичности возрастает с 6,9 до 13,4 (биообработка 28 суток), а сырье можно классифицировать как умереннопластичное. Показано, что микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности активно воздействуют на каолиновое сырье, что приводит к увеличению механической прочности получаемых из них материалов в 1,2–1,4 раза за счет диспергирования глинистых частиц, а также повышают показатель белизны на 6–8 % за счет перевода железа в водорастворимое состояние.

На рисунке 2 приведены микрофотографии поверхности образцов из каолина, структура которых у обработанного каолина более однородная и содержит меньше крупных включений, обусловленных увеличением количества тонких фракций, интенсифицирующих спекание.



Каолин «Ситница»: а – природный; б – биообработанный в течение 14 суток; в – биообработанный в течение 28 суток

Рисунок 2. – Микрофотографии образцов, обожженных при температуре 1300 °С

Выявлено, что биообработка природного каолина «Ситница» оказывает положительное влияние силикатных бактерий *Bacillus mucilaginosus* на его технологические свойства, однако в каолине остается большое количество кварцевой и полевошпатовой фракции. Рекомендовано проведение биологической обработки каолиновой суспензии «Ситница» с минимальным количеством примесей, предварительно прошедшей мокрое ситовое обогащение.

Химическое обогащение исследуемых суспензий из каолина «Дедовка» привела к повышению показателя белизны образцов на 10–15 % путем восстановления катионов $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ с последующей промывкой растворенных железосодержащих соединений. Наилучшие результаты были получены при введении концентрированной соляной кислоты в количестве 6 г на 100 г сухого вещества и гидросульфита натрия – 3 г на 100 г сухого вещества: белизна составила 68,3 % по сравнению с исходной 59 %, а

содержание Fe_2O_3 снизилось на 0,34 %. Определено, что использование способа химического обогащения не позволяет очистить в полной мере первичный каолин «Дедовка» мокрого обогащения от железосодержащих примесей: указанные соединения находятся в связанном состоянии и входят в состав кристаллической решетки глинообразующих минералов, изоморфно замещая ионы Al^{3+} в октаэдрическом слое каолинита. В связи с этим целесообразно осуществлять комплексное обогащение каолина «Дедовка», включающее последовательное применение различных методов обработки, удаляя, таким образом, из каолинов почти все растворимые в кислотах железосодержащие соединения.

Таким образом, обогащение каолинов «Ситница» и «Дедовка» гидравлическим ситовым способом или в комплексе с последующим биологическим или химическим обогащением позволит обеспечить сырьевую базу Республики Беларусь ценным и востребованным керамической промышленностью сырьевым материалом – обогащенным каолином.

Литература

1. Галабурда, А. Ф. Производство каолина / А. Ф. Галабурда, Л. И. Шрайман. – М. : Госстройиздат, 1958. – 192 с.
2. Обогащение природных каолинов месторождений «Ситница» и «Дедовка» / Е. М. Дятлова, О. А. Сергиевич, Р. Ю. Попов, И. И. Жукова, А. С. Собачевский // Переработка минерального сырья. Инновационные технологии и оборудование : материалы 6-й Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 4–5 окт. 2016 г. / НАН Беларуси, НПО Центр ; отв. ред.: В. В. Воробьев. – Минск, 2016. – С. 26–31.
3. К вопросу об улучшении качества глинистого сырья / Е. М. Дятлова [и др.] // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. физ.-техн. наук. – 2003. – № 3. – С. 49–53.
4. Квятковская, К. К. Очистка каолинов Кампановского месторождения от красящих окислов железа химическим способом / К. К. Квятковская // Труды / Гос. науч.-исслед. ин-т строит. керамики. – М., 1969. – Вып. 30. – С. 73–80.
5. Особенности химико-минералогического состава и свойства каолинов белорусских месторождений / О. А. Сергиевич, Е. М. Дятлова, Г. Н. Малиновский, С. Е. Баранцева, Р. Ю. Попов // Стекло и керамика. – 2012. – № 3. – С. 25–31.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УМЯГЧЕНИЯ ВОДЫ ХИМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Ещенко Л.С. д.т.н., проф., Жук Г.М. м.н.с.

Белорусский государственный технологический университет

Известно, что моющее действие поверхностно-активных веществ в составе синтетических моющих средств повышается за счет устранения общей жесткости воды. Для этого используют реагенты-осадители, комплексообразователи, которые удаляют общую жесткость воды за счет образования с ионами Ca^{2+} , Mg^{2+} нерастворимых соединений или устойчивых водорастворимых комплексов. Наиболее широко применяют триполифосфат натрия, однако соединения фосфора вызывают эвтрофикацию водоемов, что вызывает необходимость поиска экологически безопасных реагентов, входящих в состав СМС, для устранения жесткости воды. Исходя из этого, в данной работе исследован процесс устранения жесткости воды с помощью ряда реагентов, которые являются или могут являться компонентами СМС. Реагентами служили акремон (сополимер акриловой и малеиновой кислот), трилон Б, глюконат и ацетат натрия, лимонная кислота, триполифосфат натрия, жидкое стекло. Способность устранять жесткость воды оценивали следующим образом: в модельный раствор, жесткость которого составляла $5,35 \text{ мг-экв/дм}^3 \text{ Ca}^{2+}$, вводили исследуемый реагент при заданном количестве, выдерживали при перемешивании 15–30 минут, отфильтровывали

осадок в случае его образования, после чего в раствор добавляли Na_3PO_4 . Образование осадка фосфата кальция, свидетельствовало о наличии ионов жесткости в растворе. Установлено, что при растворении акремона, трилона Б, глюконата и ацетата натрия, лимонной кислоты, независимо от их расходной нормы, образование твердой фазы не происходит, раствор остается прозрачным. В то же время при растворении триполифосфата натрия, жидкого стекла в зависимости от их количества раствор остается прозрачным, либо появляется твердая фаза, которая находится во взвешенном состоянии. Так, при расходной норме триполифосфата натрия 0,35 г / 500 г раствора наблюдается его помутнение, а жидкого стекла с модулем 2,2 – 3 г / 500 г раствора. Введение в раствор жидкого стекла менее 3 г / 500 г приводит к образованию хлопьевидного осадка, что можно объяснить протеканием процесса гидролиза, в результате которого в растворе образуется поликремниевая кислота, включающая агрегированные частицы гидратированного SiO_2 . Жесткость модельного раствора при этом не изменяется и составляет 5,35 мг·экв/дм³ Ca^{2+} . Характерно, что увеличение концентрации жидкого стекла в растворе приводит к протеканию процессов, связанных, по всей вероятности, с образованием комплексных кальцийсодержащих соединений. При этом наблюдается незначительное помутнение раствора, а при добавлении к нему фосфата натрия образование осадка не происходит. Подобный факт имеет место и в случае устранения жесткости триполифосфатом натрия, являющимся известным комплексообразователем. Как отмечено, лимонная кислота связывает ионы кальция при относительно низкой ее концентрации в растворе (0,1 г / 500 г), расход акремона для связывания ионов кальция превышает расход лимонной кислоты и триполифосфата натрия и составляет не менее 0,3 г / 500 г раствора. Согласно результатам, глюконат натрия, ацетат натрия не уменьшают жесткость воды, так как после их растворения и добавления ортофосфата натрия выпадает осадок фосфата кальция.

Изучен процесс устранения жесткости H_2O смесью лимонной кислоты и кальцинированной соды при их массовом соотношении 1 : 2 и показано, что взаимодействие ионов Ca^{2+} происходит не только с лимонной кислотой, но и карбонатом натрия с образованием нерастворимого осадка. Отмечено, что по способности устранять жесткость воды исследуемые соединения можно расположить в следующий ряд: трилон Б > лимонная кислота > триполифосфат натрия > акремон > жидкое стекло.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАЛОРАСТВОРИМЫХ ВАНАДАТОВ ВИСМУТА И ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Крышилович Е.В., к.х.н., Романовский В.И., к.т.н., Куличик Д.М., Пилипенко М.В.

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

Переработка ванадийсодержащих промышленных отходов и рациональное использование выделенных продуктов обеспечивает решение двух основных задач: расширение сырьевой базы на остродефицитный металл и снижение экологической нагрузки на природную среду.

Одним из перспективных направлений применения ванадийсодержащих продуктов переработки промышленных отходов является синтез на их основе лакокрасочных пигментов [1, 2]. В настоящее время для синтеза ванадатов используют высокотемпературные и гидрохимические методы [2, 3]. Как правило, спекание оксидов, карбонатов или нитратов металлов с V_2O_5 или NH_4VO_3 требует высоких энергетических затрат, приводит к образованию примесей соединений ванадия в более низких степенях окисления, а также побочных токсичных газообразных продуктов. Более перспективным для синтеза ортованадатов является применение сольвотермического метода с использованием в качестве прекурсоров водных растворов электролитов [4].

Цель работы – изучение фотокаталитических свойств ортованадата висмута, полученного из продуктов переработки отработанных ванадиевых катализаторов сернокислотного производства [5, 6].

В работе для синтеза ортованадата висмута использовали оксид ванадия (V), выделенный из отработанных ванадиевых катализаторов (ОВК) гидрометаллургическим способом и содержащий около 48 мас.% ванадия (или около 85–86 мас.% V_2O_5), а также $Bi(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$ марки «х. ч.» [7].

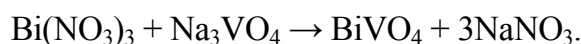
Синтез малорастворимых ванадатов висмута(III), железа(III), никеля, цинка, меди и кальция, а также смешанных ванадатов висмута(III)–железа(III), висмута(III)–кальция проводили сольвотермическим методом с использованием в качестве прекурсоров водных растворов, приготовленных из реагентов марки х. ч., а также V_2O_5 , выделенного в результате переработки гидрометаллургическим методом из ОВК сернокислотного производства типа сульфованадат на силикагеле.

Изучение методом EDX составов соединений ванадия, выделенных из растворов выщелачивания в процессе комплексной переработки промышленных отходов, показало, что содержание ванадия в них в пересчете на V_2O_5 составляет 85–93% (мас.) (1). Диаграмма РФА выделенных продуктов (рисунок 1) указывает на образование практически рентгеноаморфных структур. Пик наибольшей интенсивности ($\Theta = 4,1$) соответствует V_2O_5 с орторомбической кристаллической решеткой и параметрами $a = 11,519$ А, $b = 3,564$ А, $c = 4,373$ А. Пик для $\Theta = 12,1$ соответствует α -модификации. Исследование состава продукта после прокаливания показало наличие в нем V_2O_5 , $KVSO_6$, а также $K_4V_2O_7$ и KVO_3 .

Ванадийсодержащие продукты переработки промышленных отходов предварительно растворялись в 30% растворе NaOH и вводились в реакционную среду в виде Na_3VO_4 .

Так же проводился синтез с использованием в качестве ванадиевого компонента щелочного раствора ($pH \approx 13$) метаванадата натрия $NaVO_3$ марки х. ч. При растворении $NaVO_3$ в щелочи образуется ортованадат натрия.

Синтез ортованадата висмута осуществлялся сольвотермическим методом с использованием в качестве прекурсора кислого раствора нитрата висмута ($pH \approx 0$) по реакции:



Растворенное состояние исходных веществ обеспечивало их равномерное распределение по всему объему раствора, высокую степень диспергирования и высокую скорость диффузии реагентов, а, следовательно, и возможность протекания реакции с большой скоростью уже при комнатной температуре.

Таблица 1 – Состав ванадийсодержащего продукта, выделенного при переработке отработанных ванадиевых катализаторов

Элемент	Массовое содержание, %	Ошибка, %	Атомное содержание, %
O	41,25	0	–
Al	0,07	0,17	0,19
Si	0,34	0,17	1,84
S	0,43	0,15	2,07
K	3,94	0,09	7,67
V	47,89	0,23	71,64
Fe	6,08	0,26	16,60
Всего	100,00	–	100,00

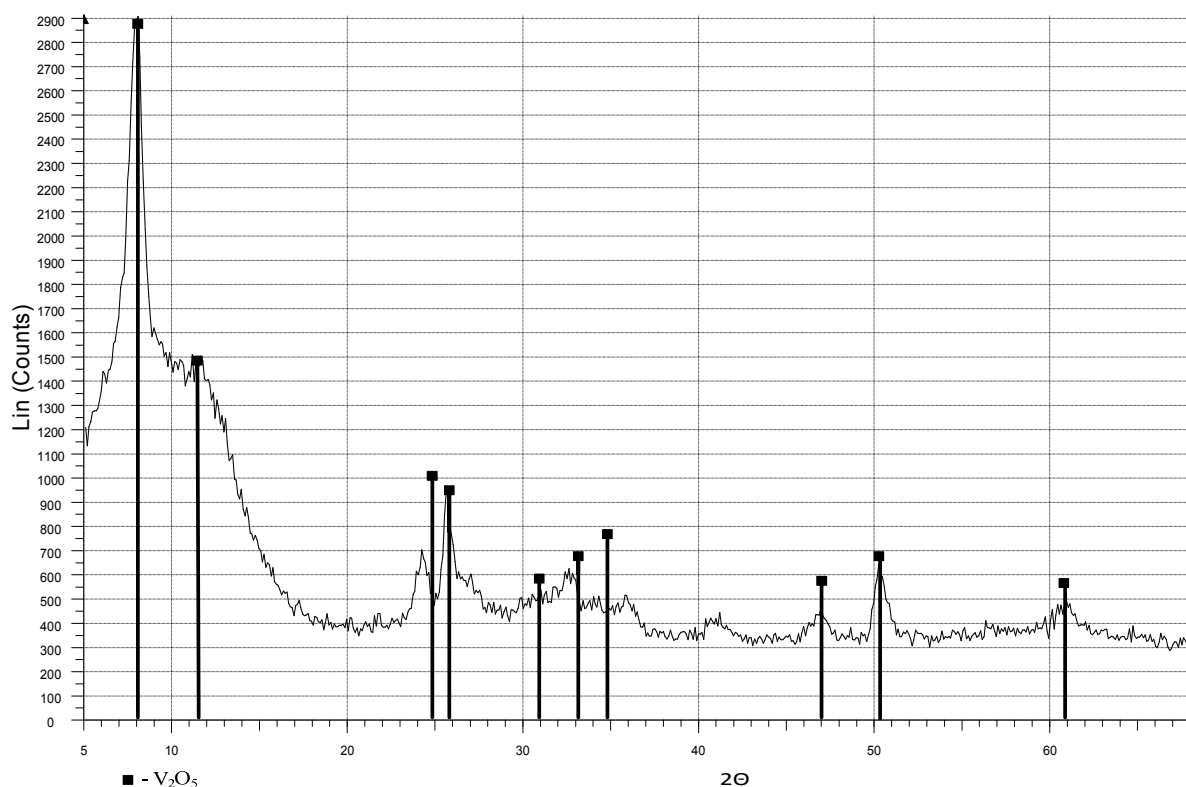


Рисунок 1 – РФА діаграма ванадійсодержащих продуктов переработки ОВК

Фотокаталитические свойства образцов были исследованы в реакции фотокаталитического окисления водного раствора красителя кислотного телон синего [8]: молекулярная формула $C_{26}H_{16}N_3Na_3O_{10}S_3$; молекулярная масса 695,59 г/моль. Данный краситель используется для окраски шерсти, шелка, вискозы, кожи, бумаги.

Для определения длины волны, при которой наблюдается максимальное поглощение света, снимали спектр на фотоэлектроколориметре КФК-3 в интервале длин волн 300–950 нм. Раствор кислотного телон синего имеет две полосы поглощения с максимумами при около 300 и 635 нм. Дальнейшие исследования проводили при длине волны, для которой наблюдается максимальное поглощение – 635 нм.

Источником ультрафиолетового излучения служила ртутно-кварцевая лампа ДРТ-400. Диапазон излучения 240–320 нм, мощность лучистой энергии 36 Вт. Дозу облучения ($Дж/см^2$) рассчитывали как произведение интенсивности излучения I ($мВт/см^2$) и времени облучения t (с). Исследования проводились в стеклянных стаканчиках площадью $10,2\text{ см}^2$. Объем обрабатываемого раствора красителя 50 мл. В процессе обработки постоянное перемешивание осуществлялось на магнитной мешалке. Т.о. доза облучения составляла

$$D = I \cdot t = 36 \cdot 1000 \cdot t / 10,2 = 3529,4 \cdot t \text{ Дж/см}^2.$$

Для исследований фотокаталитической активности $BiVO_4$ был проведен сравнительный анализ с несколькими другими веществами: 0) без катализатора; 1) композит ядро SiO_2 – оболочка TiO_2 [4]; 2) Fe_2O_3 ; 3) $BiVO_4$, полученный из ОВК; 4) $Fe_{0,75}Bi_{0,25}VO_4$; 5) $Bi_{1,9}La_{0,1}Fe_4O_9$; 6) $Bi_2Fe_{3,9}Ti_{0,05}Co_{0,05}O_9$. Обработку УФ осуществляли в течение 45 мин, доза катализатора 1000 мг/дм^3 , концентрация исходного раствора красителя 10 мг/дм^3 .

Данные сравнительного анализа показали, что наибольшей фотокаталитической активностью обладает композит ядро SiO_2 – оболочка TiO_2 – эффективность очистки 23,3%, а у исследуемого образца $BiVO_4$ – 21%, что значительно превышает показатели

эффективности очистки всех остальных исследуемых каталитических материалов. Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что BiVO_4 обладает сравнительно высокими фотокаталитическими свойствами относительно материалов, используемых в условиях эксперимента.

Литература

1. Жарский, И. М., Сольвотермический синтез ортованадата висмута и исследование его свойств как пигмента для лакокрасочной промышленности / И. М. Жарский, И. И. Курило, О. В. Осирко // Труды БГТУ: Химия и технол. неорг. в-в. – 2013. – №3(159). – С. 16–18.
2. Фотиев А. А. Ванадаты. Состав, синтез, структура, свойства / А. А. Фотиев // М.: Наука, 1988. С. 182.
3. Крышилович, Е.В Выделение соединений ванадия из растворов выщелачивания термогидролитическим методом / Е. В. Крышилович, И. И. Курило, С. Е. Орехова [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. 2013. № 1. С. 30–35.
4. Орехова С. Е., Крышилович Е. В., Курило И. И. Способ переработки отработанных ванадиевых катализаторов серноокислотного производства. Патент ВУ № 17007. 2013.
5. Харитонов, Д. С. Синтез и свойства ортованадата висмута / Д. С. Харитонов, Н. Е. Акулич, Е. В. Крышилович [и др.] // Вест. Казанского технол. ун-та. – 2016. – Т. 19. – № 13. – С. 36–41.
6. Жарский, И. М. [и др.] Синтез пигментов с использованием продуктов переработки ванадийсодержащих промышленных отходов / И. М. Жарский, И. И. Курило, Е. В. Крышилович [и др.] // Труды БГТУ: Химия и технол. неорг. в-в. 2015. № 3 (176). С. 119–126.
7. Жарский, И.М., Механизм структурообразования ортованадата висмута при сольвотермическом синтезе / И. М. Жарский, И. И. Курило, О. В. Опимах // Неорг. материалы. – 2014. – №4. – С. 448–452.
8. Романовский, В.И. Сравнительный анализ методов очистки сточных вод от красителей / В. И. Романовский, В. В. Лихавицкий, М. В. Пилипенко // Вода Magazine. 2016. – № 12 (112). – С. 54–59.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ АГЛОМЕРАЦИОННЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СОЛЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ МОЮЩИХ СРЕДСТВ

Ещенко Л.С., док-р техн. н., проф., Сумич А.И., асс., Алексеев А.Д., к.х.н доцент

Белорусский государственный технологический университет

Синтетические моющие средства (СМС) представляют собой сложные многокомпонентные смеси, содержащие до 90 мас.% солевой композиции, обеспечивающей моющее действие ПАВ за счет устранения общей жесткости воды, регулирование pH среды, диспергацию загрязнений и их антиресорбцию. В состав данной композиции входит ряд неорганических и органических солей, в частности, фосфатов, сульфатов, хлоридов, силикатов, карбонатов щелочных металлов. Исходя из обзора мировой научной литературы, одним из основных направлений развития технологии порошкообразных СМС является разработка новых менее энергоемких, в отличие от распылительной сушки, способов получения, позволяющих осуществлять синтез сырьевых компонентов СМС, в частности, анионоактивных ПАВ, реагентов, устраняющих общую жесткость воды, диспергаторов, антиресорбентов и других. В этом плане интерес представляют агломерационные способы, основанные на «сухой» нейтрализации протонсодержащих реагентов нейтрализующими веществами, в результате которой происходит не только образование ряда соединений, но и агрегирование частиц твердой фазы в присутствии связующего, каким являются продукты взаимодействия щелочного и протонсодержащего реагентов. При

столкновении частиц в динамическом слое в результате действия капиллярных сил сцепления, сил поверхностного натяжения происходит укрупнение и формирование гранул. Имеются сведения [1] об образовании при нейтрализации кислот H_xAn , в частности, лимонной кислоты, карбонатом натрия двойной соли – сесквикарбоната натрия ($Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$), которая не гигроскопична, не слеживается, имеет невысокую насыпную плотность (около $0,6-0,7 \text{ г/см}^3$), является безаллергенным веществом, способствует оздоровливанию водоемов. Кроме того такой подход к получению солевых композиций позволяет регулировать состав и количество производных протонсодержащих реагентов, что дает возможность получать мало- и бесфосфатные СМС. Учитывая ограниченность литературных данных, касающихся изучения физико-химических превращений, протекающих при «сухой» нейтрализации в системе $Na_2CO_3 - H_xAn - H_2O$, и фазового состава образующихся при этом продуктов, исследования в данном направлении представляют научный и практический интерес.

Исходя из выше изложенного, целью работы явилось установление особенностей топохимических превращений при «сухой» нейтрализации H_xAn (где $An=PO_4^{3-}$, $C_6H_5O_7^{3-}$, SO_4^{2-} , CH_3COO^-) карбонатом натрия, и химического, фазового состава образующихся при этом продуктов.

Обоснованы тип исследуемых H_xAn , молярные соотношения Na_2CO_3/H_xAn , H_2O/Na_2CO_3 , при которых в системе $Na_2CO_3 - H_xAn - H_2O$ избыток карбоната натрия составлял 2–4, что обеспечивало получение сыпучих порошкообразных солевых композиций. Синтез осуществляли в лабораторном блендере путем напыления на Na_2CO_3 раствора кислоты при интенсивном перемешивании. По мере добавления H_xAn происходит постепенное смачивание твердых частиц Na_2CO_3 , в результате чего образуется поверхностный жидкостной слой, в котором физико-химические превращения приводят к образованию новой твердой фазы. Схема взаимодействия проиллюстрирована на рисунке. Отмечен разогрев реакционной смеси до $40-50^\circ\text{C}$, связанный с протеканием экзотермических процессов гидратации и нейтрализации Na_2CO_3 . Показано, что продукты синтеза представляют смесь карбонатсодержащих соединений, в частности, $Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$, $Na_2CO_3 \cdot nH_2O$ ($n = 1, 7$), $NaHCO_3$, и производных соответствующих кислот: $Na_2HPO_4 \cdot nH_2O$ ($n = 7, 12$), $Na_3PO_4 \cdot mH_2O$ ($m = 8, 12$), Na_2SO_4 , $2Na_2SO_4 \cdot Na_2CO_3$, $CH_3COONa \cdot 3H_2O$, $Na_3(C_6H_5O_7) \cdot 2H_2O$.

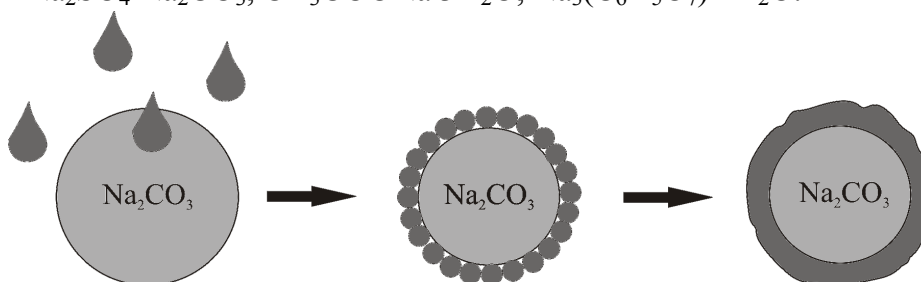


Рисунок – Схема поверхностного взаимодействия в системе $Na_2CO_3 - H_xAn - H_2O$

Установлено влияние молярных соотношений H_2O/Na_2CO_3 и Na_2CO_3/H_xAn и силы кислоты на выход сесквикарбоната натрия в системе $Na_2CO_3 - H_xAn - H_2O$. Показано, что с увеличением силы кислот в ряду $CH_3COOH - H_3(C_6H_5O_7) - H_3PO_4$ выход $Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$ увеличивается и в случае применения ортофосфорной кислоты достигает 99%. Высказано предположение, что кристаллизация двойной соли $Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$ происходит при наличии $NaHCO_3$, образующегося за счет гидролиза Na_2CO_3 , и достижения насыщения по данному соединению в системе $Na_2CO_3 - NaHCO_3 - H_2O$. Параллельно образование и формирование структуры сесквикарбоната натрия может происходить и вследствие перестройки первичной кристаллической решетки Na_2CO_3 в результате замещения Na^+ , компланарных CO_3^{2-} , на H^+ с

образованием димеров $\text{O}_2\text{CO}\cdots\text{H}-\text{OCO}_2$, которые посредством молекул воды объединяются в бесконечные анионные слои $\cdots\text{O}_2\text{CO}\cdots\text{H}-\text{OCO}_2\cdots(\text{H}_2\text{O})_2\cdots\text{O}_2\text{CO}\cdots\text{H}-\text{OCO}_2\cdots$. Низкий выход сесквикарбоната натрия в системе $\text{Na}_2\text{CO}_3-\text{H}_2\text{SO}_4-\text{H}_2\text{O}$ связан с высокой активностью раствора H_2SO_4 и полным разложением эквивалентного количества карбоната натрия.

Синтезированные солевые композиции подвергали исследованию химического, фазового, гранулометрического составов, определению сыпучести, гигроскопической точки, насыпной плотности, pH 1%-го раствора, поверхностной активности, критической концентрации мицеллообразования раствора в присутствии ПАВ. Показано, что образующиеся соли исследуемых кислот играют роль связующих, обуславливающих агрегацию частиц твердой фазы и формирование гранул размером 0,1–1,0 мм. Согласно экспериментальным данным сыпучесть продуктов «сухой» нейтрализации составляет 100–110%, что можно объяснить связыванием свободной воды, поступающей с раствором кислот и образованием многоводных кристаллогидратов, в частности, $\text{Na}_3\text{PO}_4\cdot 12\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{HPO}_4\cdot 12\text{H}_2\text{O}$, $\text{CH}_3\text{COONa}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Полученные солевые композиции относятся к группе гигроскопичных веществ по классификации [2], поскольку гигроскопическая точка находится на уровне 67–70%. Насыпная плотность составляет 0,7–1,0 г/см³. Поскольку основной фазой в составе солевых композиций является сесквикарбонат натрия, водородный показатель не превышает 10,0–10,5. Высокая поверхностная активность 1%-го раствора в присутствии 5 мас.% анионогенных и неионогенных ПАВ, равная 200–210 мДж/(м²·%) и сравнительно невысокая критическая концентрация мицеллообразования 0,055–0,065 мас.%, позволяет сделать вывод об эффективности солевых карбонатсодержащих композиций в составе моющих средств.

Литература

1. Particulate laundry detergent compositions containing nonionic surfactant granules: pat. 6262010 USA, C11D 17/00 / William Derek Emery [et. al]; assignee Unilever Home & Personal Care USA, a Division of Conopco, Inc. – №09/442510; filed 18.11.1999; date of patent 17.07.2001.

2. Кувшинников, И.М. Минеральные удобрения и соли: свойства и способы их улучшения / И.М. Кувшинников. – М.: Химия, 1987. – 256 с.

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА НА ПОЛУЧЕНИЕ ПИГМЕНТА ИЗ ОТРАБОТАННОГО ЭЛЕКТРОЛИТА ЦИНКОВАНИЯ

Дацкевич Д.В., Чепрасова В.И., Залыгина О. С. к.т.н., доц.

Белорусский государственный технологический университет (г. Минск)

Целью работы является исследование влияния примесей железа (Fe^{3+} и Fe^{2+}) на белизну и процесс получения белых пигментов из отработанных хлораммонийных электролитов цинкования.

Пигменты – тонкие порошки разных цветов, применяемые для окрашивания керамики, глазурей, стекол, пластических масс, при изготовлении различных красок. Существуют различные способы производства пигментов: осаждения, термический, комбинированный, механический, электрохимический. Все эти способы представляют собой достаточно сложные процессы и требуют использования дорогих, часто дефицитных чистых химических веществ [1]. В настоящее время производство пигментов в Республике Беларусь отсутствует, пигменты импортируются из Германии, Чехии, Китая и других стран.

Вместе с тем, как показывает анализ научно-технической литературы, пигменты можно получать из отработанных технологических растворов гальванического производства. Наиболее распространенными во всем мире являются цинковые покрытия. Содержащиеся в отработанных электролитах цинкования ионы цинка

обладают хромофорными свойствами и позволяют получать на их основе белые пигменты. Кроме получения импортозамещающей продукции это позволяет снизить негативное воздействие гальванического производства на окружающую среду.

В предыдущих исследованиях [2,3] нами был предложен способ получения белых цинксодержащих пигментов из отработанных хлораммонийных электролитов цинкования. Он включает в себя фильтрование электролита для удаления взвешенных веществ, осаждение Zn^{2+} фосфатом натрия $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$, промывку осадка, его фильтрование и сушку. Полученный пигмент представлен смесью гопеита $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ и цинк-аммоний фосфата $ZnNH_4PO_4$ и обладает хорошей белизной (94-98%), что соответствует требованиям ТУ 2329-0-002-12588040-95. Однако, в отработанных электролитах могут содержаться примеси Fe^{3+} и Fe^{2+} , которые образуются в процессе эксплуатации электролита, приводят к потере его работоспособности и необходимости его замены. Соединения железа также обладают хромофорными свойствами, и их присутствие в отработанном электролите цинкования приводит к снижению белизны получаемого на его основе пигмента.

Проведенные на модельных электролитах цинкования (МЭЦ) исследования показали, что цинксодержащие пигменты требуемой белизны могут быть получены при концентрации Fe^{3+} до 0,25 г/л и Fe^{2+} до 1,0 г/л.

Соединения железа могут также влиять на процесс осаждения Zn^{2+} . Поэтому были приготовлены модельные электролиты цинкования ($ZnCl_2$ – 70 г/л, NH_4Cl – 100 г/л) с различным содержанием Fe^{3+} или Fe^{2+} и исследованы седиментационные свойства осадка, образующегося при добавлении к ним фосфата натрия. Ионы железа обладают коагулирующими свойствами, поэтому можно было предположить улучшение осаждения образующихся осадков в их присутствии. Однако незначительное улучшение седиментации наблюдалось только при низкой концентрации Fe^{3+} (0,05 г/л). Во всех остальных случаях происходило образование крупных рыхлых хлопьев, скорость осаждения которых была невысокой. С повышением содержания Fe^{3+} (Fe^{2+}) в модельном электролите цинкования размеры хлопьев увеличивались, и наблюдалось образование рыхлого плохо уплотняющегося осадка (рис.1, 2).

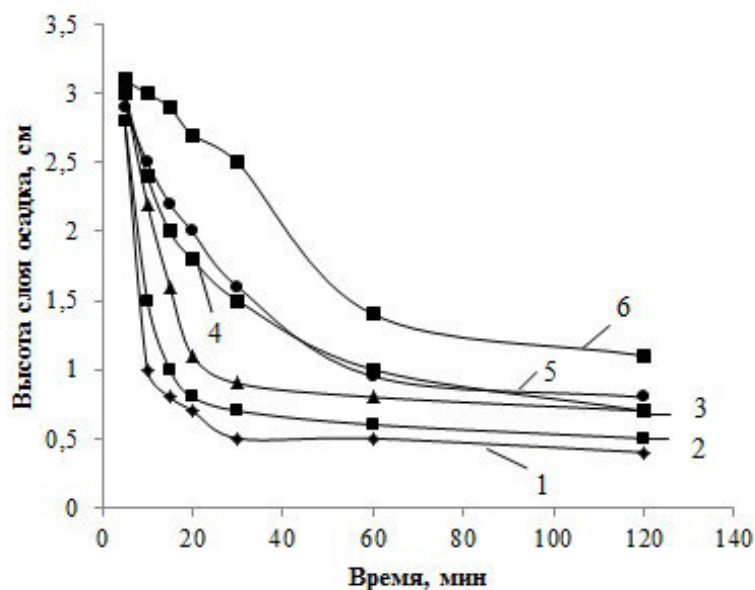


Рис. 1 – Кривые кинетики седиментации осадка при различных концентрациях Fe^{2+} в модельных электролитах цинкования: 1 – 0 г/л; 2 – 0,05 г/л; 3 – 0,1 г/л; 4 – 0,5 г/л; 5 – 1 г/л; 6 – 5 г/л

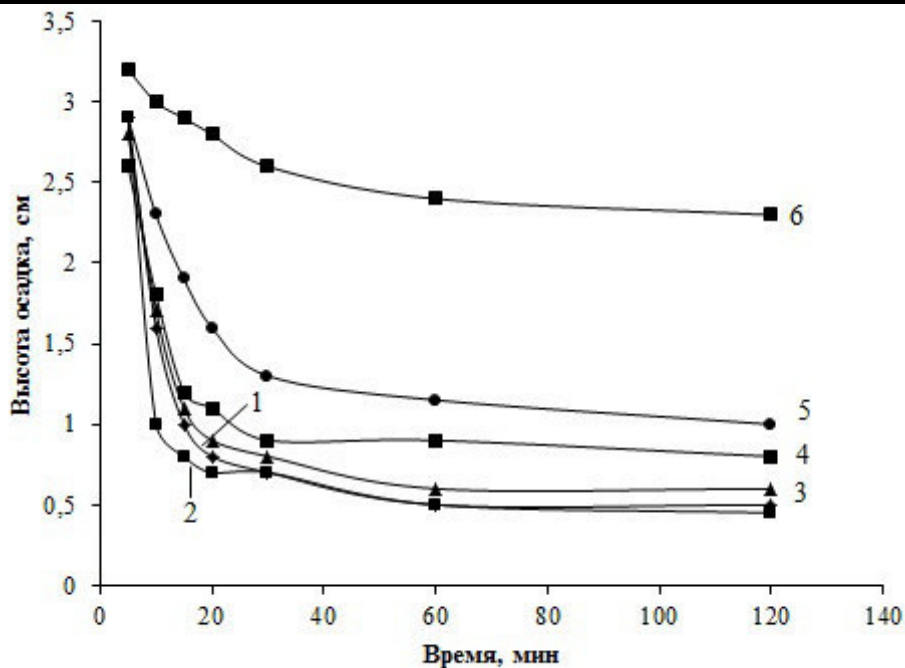


Рис. 2 – Кривые кинетики седиментации осадка при различных концентрациях ионов Fe^{3+} в модельных электролитах цинкования: 1 – 0 г/л; 2 – 0,05 г/л; 3 – 0,1 г/л; 4 – 0,5 г/л; 5 – 1 г/л; 6 – 5 г/л.

Образование рыхлого осадка в присутствии ионов железа объясняется процессом гидролиза. Гидролиз ионов $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ протекает в две стадии [4]. В результате отщепления ионов H^+ от молекулы воды, координированных вокруг катиона происходит образование последовательного ряда многоядерных аквагидроксикомплексов. На первой стадии образуется $[\text{Fe}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$. На второй стадии гидролиза происходит полимеризация ионов металла, которая начинается с димеризации аквагидроксикомплексов с образованием $[\text{Fe}_2(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_{10}]^{4+}$. Взаимодействие различных аквагидроксикомплексов приводит к образованию разных по составу димеров, по структуре которых имеются различные мнения. Затем могут происходить изменения в структуре димеров, выражающиеся в переходе аквамостиков в оловые ($-\text{OH}-$) и оксоловые ($-\text{O}-$) мостики.

Особую роль в процессе гидролиза ионов поливалентных металлов, в том числе железа, играют фосфатные анионы, присутствующие в исследуемой системе вследствие использования в качестве осадителя фосфата натрия. Наличие фосфатных анионов в системе приводит к появлению смешанных комплексов с гидроксо- и фосфатными лигандами: $[\text{Fe}(\text{OH})\text{PO}_4]^-$, $[\text{Fe}(\text{OH})(\text{PO}_4)(\text{HPO}_4)]^{3-}$ и др. Повышение содержания фосфат-ионов стимулирует процессы полимеризации металлофосфатных комплексов, причем присутствие фосфатных анионов повышает склонность катионов к образованию полиядерных форм. Способность фосфатных комплексов трехвалентных металлов к дальнейшей полимеризации обусловлена координационной насыщенностью входящих в их состав фосфатных групп и высокой склонностью как катионов Fe^{3+} , так и фосфора к образованию мостиковых связей. Образование вышеназванных комплексов приводит к образованию рыхлого осадка, т.к. их гидратные и фосфатные оболочки препятствуют уплотнению осадка. Этим объясняется образование более рыхлого осадка в случае присутствия в МЭЦ Fe^{3+} . Примеси Fe^{2+} ухудшают седиментационные свойства осадка в меньшей степени.

Более подробное исследование осаждения Zn^{2+} из модельных электролитов цинкования с невысоким содержанием Fe^{3+} (до 0,1 г/л) показало, что на первых этапах при концентрации Fe^{3+} от 0,025 до 0,075 г/л осаждение протекает быстрее, чем в

исходном модельном электролите цинкования. Однако затем седиментация замедляется, и после 30 мин. происходит с такой же скоростью, как в электролите, в котором не содержатся ионы железа.

Таким образом, установлено, что большее влияние на белизну и седиментационные свойства осадка оказывают примеси Fe^{3+} . Анализ реальных отработанных электролитов цинкования показал, что содержание в них Fe^{3+} колеблется от 0,001 до 0,04 г/л и Fe^{2+} – от 0,002 до 0,9 г/л. Такая концентрация ионов железа позволяет получить из отработанных электролитов цинкования пигменты требуемой белизны, а седиментационные свойства осадка при этих концентрациях ухудшаются в незначительной степени.

Литература

1. Беленький, Е.Ф. Химия и технология пигментов / Е.Ф. Беленький, И.В. Рискин – Ленинград: ГОСХИМИЗДАТ, 1960. – 756 с.
2. Чепрасова, В.И. Исследование возможности получения пигментов из отработанных электролитов цинкования / В.И. Чепрасова, О.С. Залыгина, В.Н. Марцуль // Вестник Витебского государственного технологического университета – Витебск, 2016. – Вып. 1(30). – С. 105-115.
3. Залыгина, О.С. Исследование осаждение цинка из отработанного электролита цинкования в виде фосфата / О.С. Залыгина, В.И. Чепрасова, П.С. Лиморенко // Сборник трудов X международной научно-практической конференции «Система управления экологической безопасностью». – Екатеринбург, 2016 – С. 185-189.
4. Физико-химические методы очистки воды. Управление водными ресурсами/ Учебное издание под ред. И.М. Астрелина и Х. Ратнавиры. – Киев: ООО НПП «Ника-Центр», проект «WaterHarmony». – 2015. – 614 с.

IMPROVEMENT OF THE SYNTHESIS METHOD OF THE HYDRATED DIPHOSPHATE OF COMPOSITION $\text{Co}_{2-y}\text{Mn}_y\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Solod N.V. candidate of chemical sciences, Mishchenko I.I.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Individual cobalt (II) and manganese (II) diphosphates are used as a basis of various modern materials: luminescent materials, catalysts of organic synthesis, pigments, heat-sensitive paints, corrosion-resistant coatings etc. Use for this solid solution of Co (II) and Mn (II) diphosphates, the contents of cations in them can be changed in the set limits is perspective. It will allow to create materials with a forecast complex of improved physico-chemical and production characteristics.

The purpose of the present work is synthesis of a new solid solution of hydrated cobalt (II) and manganese (II) diphosphates and determination their chemical nature.

The solid solution of composition $\text{Co}_{2-y}\text{Mn}_y\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ for the first time is synthesized by interaction of mixture of water solutions of cobalt (II) and manganese (II) sulfates with solution of potassium diphosphate. The most significant parameters of their synthesis as it has been established, are: a ratio in composition of initial solutions $n = \text{P}_2\text{O}_7^{4-}/\text{Co}^{2+}$, $\text{Mn}^{2+} = 0,25$ and $K = \text{Co}^{2+}/\text{Mn}^{2+} = 19,0 \leq K \leq 49,0$; concentration of solutions – 0,1 mole/l; duration of contact of a solidphase with a mother solution – on achievement of equilibrium; temperature – 293-298 K.

With use of a complex of chemical and physico-chemical methods of research it is established, that $\text{Co}_{2-y}\text{Mn}_y\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ according to the chemical nature is the limited solid solution of replacement, which area of homogeneity (y) change from 0 up to 0,23. $\text{Co}_{2-x}\text{Mn}_x\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ($0 < y \leq 0,23$) is formed owing to isomorphous substitution Co (II) on Mn (II) in octahedrons Co-O_6 of diphosphate-matrix $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. A coordination environment Co (II) includes four oxygen atoms to four molecules H_2O and two oxygen atoms of

diphosphate tetrahedrons. Composition of a saturated solid solution conform to diphosphate $\text{Co}_{1.77}\text{Mn}_{0.23}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, which contains 26,18 % mas. of cobalt and 3,47 % mas. of manganese. The attempt to substitute in crystalline structure of $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ more than 26,18 % mas. Co (II) on Mn (II) leads to formation of a mechanical mixture of two crystal phases – saturate solid solution $\text{Co}_{1.77}\text{Mn}_{0.23}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ and a phase of structure $\text{Mn}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

By X-ray diffraction measurement of diphosphates of solid solution it is established, that they crystallized in monoclinic system (space group $\text{P2}_1/\text{n}$) and they are structural analogues $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Parameters and volume of elementary cell $\text{Co}_{2-y}\text{Mn}_y\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ($0 < y \leq 0,23$) are increased in proportion to substitution Co (II) on Mn (II) in accordance with values of efficient ionic radiuses Co^{2+} (0.088 nm) and Mn^{2+} (0.097 nm).

The influence of the cation nature on energy of hydrogen bonds which are realized in structure of diphosphates solid solution is appreciated. It is shown, that in proportion to substitution Co (II) in structure $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ value of energy of H-bonds is decreased. So, energy of the strongest H-bonds for $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ is 45,0 kJ/mole. For saturated solid solution $\text{Co}_{1.77}\text{Mn}_{0.23}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ it decreases up to 42,7 kJ/mole. The influence of the cation nature on diphosphate anion is displayed in change of angle of bridge bond P – O – P which connects tetrahedrons PO_4 through the general oxygen atom. For diphosphates of series $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Co}_{1.80}\text{Mn}_{0.20}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ and $\text{Co}_{1.77}\text{Mn}_{0.23}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ values Δ (the value $\Delta = [v_{\text{as}} - v_{\text{s}} (\text{POP})] / [v_{\text{as}} + v_{\text{s}} (\text{POP})]$ utilized for an estimation of change of angle POP) are 10,94, 11,02 and 11,08 %. Such changes of value Δ characterize the gradual increase of angle POP and increase of symmetry unsymmetrical $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ anions.

ОСАЖДЕНИЕ НИКЕЛЯ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НИКЕЛИРОВАНИЯ ФОСФАТОМ НАТРИЯ

Чепрасова В.И., Шаметко К.Ю., Залыгина О.С., к.т.н., доц.

Белорусский государственный технологический университет

В машиностроении широкое распространение получило гальваническое никелирование. Для нанесения никелевых покрытий разработано большое количество электролитов никелирования: сульфатные, хлористые, борфтористоводородные, сульфаминовые и др. [1]. На практике чаще всего применяется сернокислый электролит никелирования, основными компонентами которого являются сульфат никеля, борная кислота, сульфат натрия и различные добавки. В процессе эксплуатации в электролитах никелирования накапливаются примеси посторонних металлов, продукты разложения блескообразователей, смачивателей и выравнивающих добавок, что приводит к потере их рабочих свойств [2].

Отличительной особенностью процесса никелирования является большой объем потерь солей никеля с отработанными электролитами никелирования, которые обычно сбрасываются на очистные сооружения совместно с другими сточными водами, где никель смешивается с другими токсичными металлами. Применяемые в настоящее время методы очистки таких сточных вод приводят к образованию осадков, уровень использования которых по-прежнему остается достаточно низким [3]. Поэтому целью работы являлось извлечение никеля из отработанных электролитов никелирования (ОЭН) с получением товарных продуктов. Наличие у никеля хромофорных свойств позволило предположить возможность получения никельсодержащих пигментов из ОЭН.

Объектом исследования выступали отработанные электролиты сернокислого никелирования нескольких белорусских предприятий с концентрацией ионов никеля от 51,4 до 95,4 г/л, которую определяли титриметрическим методом с использованием в качестве индикатора мурексида. Среди никельсодержащих пигментов в настоящее время известны гидроксид, оксид, фосфат никеля и др. Наибольший интерес представляет

фосфат никеля, обладающий высокими антикоррозионными свойствами. Поэтому в качестве осадителя Ni^{2+} использовали насыщенный раствор фосфата натрия. Для определения расхода осадителя использовали метод потенциометрического титрования, методика которого детально описана в [4]. Кривые потенциометрического титрования строили в координатах pH – соотношение эквивалентов осадителя PO_4^{3-} и катиона металла Ni^{2+} ($N_{\text{PO}_4^{3-}}/N_{\text{Ni}^{2+}}$).

Интегральные кривые потенциометрического титрования ионов никеля в отработанных электролитах никелирования фосфатом натрия имели пологий характер, что может быть связано с образованием неустойчивых соединений, при котором равновесие системы (горизонтальный участок кривой, параллельный оси абсцисс) устанавливается с течением достаточно длительного времени. В связи с этим, определить интервал осаждения Ni^{2+} фосфатом натрия на основании интегральных кривых потенциометрического титрования не удалось. Из полученных дифференциальных кривых потенциометрического титрования видно, что осаждение протекает при соотношении $N_{\text{PO}_4^{3-}}/N_{\text{Ni}^{2+}}$ от 0,9 до 1,5. В этом диапазоне наблюдается ряд небольших пиков при pH=7,2; 7,5; 8,2; 8,5; 8,8 и 9,1, что свидетельствует об осаждении Ni^{2+} через ряд промежуточных соединений.

Исходя из данных потенциометрического титрования, осаждение Ni^{2+} насыщенным раствором фосфата натрия проводили при $N_{\text{PO}_4^{3-}}/N_{\text{Ni}^{2+}}=1,5$, что соответствует pH=9,1. Результаты рентгенофазового анализа, проведенного на рентгеновском дифрактометре D8 AdvanceBruker, свидетельствуют об образовании в этих условиях смеси гидратов фосфата никеля $\text{Ni}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ и натрий-никель фосфата $\text{NaNiPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. По-видимому, это связано со встраиванием ионов натрия Na^+ в кристаллическую решетку образующегося фосфата никеля при избытке осадителя. Для определения диапазона pH получения фосфата никеля без примесей $\text{NaNiPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ осаждение проводили при различных значениях pH и соотношениях $N_{\text{PO}_4^{3-}}/N_{\text{Ni}^{2+}}$ (таблица).

Таблица – Результаты электронной микроскопии осадков, полученных осаждением ионов никеля из отработанных электролитов никелирования фосфатом натрия при различных соотношениях $N_{\text{PO}_4^{3-}}/N_{\text{Ni}^{2+}}$

pH осаждения	$N_{\text{PO}_4^{3-}}/N_{\text{Ni}^{2+}}$	Остаточная концентрация Ni^{2+} в фильтрате, г/л	Элементный состав осадка, мас. %			
			Ni	P	O	Na
7,2	0,9	1,438	72,03	9,52	18,45	–
7,5	1	1,056	60,45	10,75	27,19	1,61
8,2	1,2	0,880	60,79	10,82	22,10	6,29
9,1	1,5	0,112	61,07	10,79	21,97	6,17

Полученный осадок зеленого цвета отделяли от раствора фильтрованием, промывали дистиллированной водой от водорастворимых солей и высушивали при температуре 60°C. В фильтрате контролировали остаточное содержание ионов никеля.

Как видно из таблицы, согласно данным электронной микроскопии, которую проводили на электронном сканирующем микроскопе JSM-5610 LV с системой химического анализа EDXJED-2201, при недостатке осадителя ($N_{\text{PO}_4^{3-}}/N_{\text{Ni}^{2+}}=0,9$) образуется только фосфат никеля. При $N_{\text{PO}_4^{3-}}/N_{\text{Ni}^{2+}}=1$ и выше также происходит образование натрий-никель фосфата.

Таким образом, осаждение Ni^{2+} из ОЭН фосфатом натрия можно проводить по двум вариантам. Первый вариант предполагает двухстадийное осаждение: сначала в диапазоне pH=7,2-7,5 с получением фосфата никеля, а затем при pH=8,2-9,1 с образованием смеси фосфата никеля и натрий-никель фосфата. Второй вариант

предполагает одноступенчатое осаждение в диапазоне $\text{pH}=7,2-9,1$ с получением в качестве конечного продукта смеси фосфата никеля и натрий-никель фосфата.

Все полученные соединения, как $\text{Ni}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, так и $\text{NaNiPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, обладают светло-зеленой цветовой гаммой и могут быть рекомендованы к использованию в качестве пигментов. Оба варианта переработки характеризуются достаточно высокой остаточной концентрацией токсичных ионов никеля в фильтрате – до 0,112 г/л (ПДК Ni^{2+} в воде хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения 0,1 мг/л, в воде рыбохозяйственного назначения 0,01 мг/л). Однако такая концентрация ионов никеля позволяет осуществлять совместную очистку полученных фильтратов с промывными сточными водами, в которых концентрация Ni^{2+} составляет до 1 г/л.

Литература

1. Гамбург Ю.Д. Гальванические покрытия. Справочник по применению. – М.: Техносфера, 2006. – 216 с.
2. Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство / под ред. проф. В.Н. Кудрявцева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Глобус, 2002. – 352 с.
3. Марцуль В.Н. Некоторые направления использования отходов гальванического производства / В.Н. Марцуль и [др.] // Труды БГТУ. – 2012. – №3: Химия и технология неорганических веществ. – С. 70-75.
4. Юсупов Р.А., Нурисламов Э.Р. Расчет кривых потенциометрического титрования солей металлов в условиях образования осадков // Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. – 2002. – №3. – С. 48-53.

АНГОБЫ ДЛЯ ДЕКОРИРОВАНИЯ ПЛИТОК ДЛЯ ПОЛОВ

Циунель А.Ю., Левицкий И.А. д.т.н., профессор

УО «Белорусский государственный технологический университет»

Ангобы – матовые белые или цветные покрытия, наносимые обычно на лицевую поверхность изделия для получения более гладкой поверхности, скрытия нежелательной окраски черепка, создания рельефного рисунка. Известно множество составов ангобных композиций, однако многие из них отличаются низкой температурой обжига, что не позволяет использовать их в современных условиях производства плиток для полов. Кроме того, некоторые ангобы содержат компоненты, имеющие непостоянный состав (гальванический шлам, шлаки и др.), вещества второго класса опасности (оксид сурьмы и т.д.), а также стеклобой.

В настоящем исследовании в качестве основных компонентов для получения ангобных покрытий использовались следующие сырьевые материалы, мас. %:

– серия 1: циркобит – 10–14; алюмоборосиликатная фритта [1] – 18–22; полевого шпат – 11–17; количество каолина, доломита, глинозема, огнеупорной глины, кварцевого песка оставалась неизменным во всех изучаемых составах, их суммарное количество составляло 55;

– серия 2: каолин – 15–19; глушенная фритта [2] – 23–27; полевого шпат – 28–32; количество доломита, глинозема, огнеупорной глины, кварцевого песка оставалась неизменным, их суммарное количество – 30.

Шликер готовился совместным мокрым помолом компонентов шихты в шаровой мельнице (Speedy, Италия) до остатка на сите № 0056 в количестве 0,1–0,3 % при соотношении материал : мелющие тела : вода, составляющим 1:1,5:0,5. Полученная суспензия влажностью (50 ± 1) % наносилась на высушенный до влажности не более 0,5 % полуфабрикат керамических плиток. Покрытые опытными составами ангобов образцы керамической плитки декорировались с помощью принтерной установки, а затем подвергались обжигу в печи FMS-2500 при температуре $(1200 \pm 5)^\circ\text{C}$ в течение (50 ± 2) мин в ОАО «Керамин» (Минск, Республика Беларусь). Скорость подъема

температуры, продолжительность выдержки при максимальной температуре, а также общее время обжига отвечали производственным параметрам.

После синтеза проводилась оценка соответствия физико-химических свойств ангобов требованиям нормативно-технической документации.

Исследование включало определение цветовых характеристик (координаты цвета, доминирующая длина волны, чистота тона, светлота), выполненное на спектрофотометре фирмы Proscan модели MC-122 (Германия – Беларусь), цвета покрытий по 1000–цветному атласу ВНИИ им. Д.И. Менделеева, блеска и белизны на фотоэлектронном блескомере ФБ-2 (Россия) с использованием в качестве эталона увиолевого стекла и баритовой пластинки соответственно. Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) синтезированных ангобов измерялся на электронном dilatометре DIL 402 PC фирмы Netzsch (Германия) в интервале температур 20–400 °С, микротвердость – на приборе Wolpert Wilson Instruments (Германия). Исследование рентгенофазового анализа проводилось на установке D8 ADVANCE Brucker (Германия). Микроструктура глазурных покрытий исследовалась с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM-5610 LV с системой химического анализа EDX JED-2201 JEOL (Япония). Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) осуществлялась на приборе DSC 404 F3 Pegasus фирмы Netzsch (Германия).

При комплексном изучении физико-химических свойств ангобов во взаимосвязи с особенностями структуро- и фазообразования установлено, что флюсные ангобы, приготовленные на основе алюмоборосиликатной фритты, характеризуются качественной матовой заглушенной фактурой поверхности, а также следующими комплексом физико-химических свойств: белизна – 84–90 %, блеск – 17–25 %, температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) – $(55,3–62,2) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$, микротвердость покрытий – 6526–8018 МПа, термостойкость – 125 °С, химическая стойкость соответствует требованиям ГОСТ 27180–2001 за счет формирования в процессе их термообработки кристаллов анортита и наличия реликтовых зерен циркона и корунда, равномерно распределенных по всему объему стекловидной фазы.

Оптимальные составы ангобных покрытий серии 2 не уступают по декоративно-эстетическим характеристикам ангобам серии 1 и отличаются следующими показателями физико-химических свойств: белизна – 84–86 %, блеск – 17–27 %, ТКЛР – $(52,2–68,1) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$, микротвердость – 5992–6456 МПа, термостойкость – 125 °С, химическая стойкость соответствует требованиям ГОСТ 27180–2001.

При помощи рентгенофазового анализа выявлено наличие в синтезированных ангобных покрытиях серии 2 таких кристаллических фаз, как корунд, анортит, циркон, волластонит, нефелин, диопсид. Соотношение стекловидной фазы и кристаллической составляет примерно 50:50.

Кривая дифференциально-сканирующей калориметрии ангоба оптимального состава серии 2 приведена на рисунке 1. В интервалах температур 200–300 °С и 500–600 °С на кривой ДСК шихтовой композиции наблюдаются эндотермические эффекты, обусловленные удалением физически и химически связанной воды соответственно. Эндоэффект при температуре 573 °С связан с полиморфным переходом кварца из β -формы в α -форму. Диссоциация карбоната магния, входящего в состав доломита происходит в интервале температур 700–750 °С. При 920 °С наблюдается эндоэффект, связанный с разложением CaCO_3 . 896 °С и 944 °С – максимумы двух экзоэффектов, связанных с кристаллизацией анортита, нефелина и диопсида. Плавление ангоба начинается при температуре 957 °С.

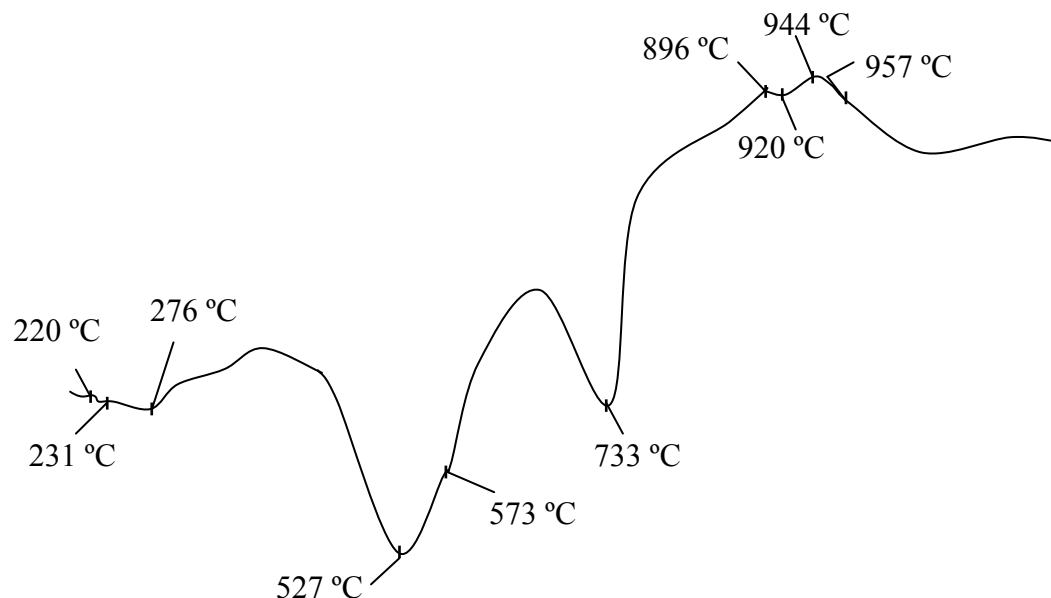


Рисунок 1 – ДСК ангобного покриття оптимального складу серії 2

Проведенные испытания в заводских условиях ОАО «Керамин» (г. Минск, Республика Беларусь) показали возможность использования разработанных составов ангобов в условиях промышленного производства по существующей технологии.

Литература

1. Фриттованная составляющая глушеной глазури : пат. ВУ 15539 / И. А. Левицкий, С. Е. Баранцева, А. И. Позняк, Н. В. Шульгович. – Опубл. 28.02.2012.
2. Глушеная глазурь для хозяйственно-бытовых майоликовых изделий / И. А. Левицкий, С. Е. Баранцева, А. И. Позняк [и др.] // Стекло и керамика. – 2016. – № 6. – С. 27–30.

МЕДЬСОДЕРЖАЩИЕ МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫЕ ГЛАЗУРИ

Шиманская А. Н., Краснова В. С.

УО «Белорусский государственный технологический университет»

В настоящее время для получения керамических плиток начали применяться металлизированные глазурные покрытия благодаря своей высокой декоративности [1]. Современные технологии производства плиток для полов предусматривают скоростные режимы их термообработки, поэтому использование традиционных методов для обеспечения эффекта металлизации глазури затруднительно. Как известно, один из методов заключается в нанесении растворов золота, платины или серебра на готовую керамическую плитку с последующей термообработкой. Однако ввиду высокой стоимости применяемых материалов, этот метод не находит широкого применения для получения керамических плиток. Кроме того, необходимость повторного обжига существенно увеличивает топливно-энергетические затраты. Для осуществления второго метода получения металлизированных глазури необходимы печи с восстановительной атмосферой [2].

В связи с этим целью исследования является получение металлизированных глазурных покрытий для керамических плиток для полов, обладающих требуемыми физико-механическими свойствами и декоративно-эстетическими характеристиками; выявление взаимосвязи структурных особенностей получаемых глазури и их физико-химических свойств от химического состава сырьевой композиции.

Сырьевая композиция для получения металлизированных глазури включала, %¹: алюмоборосиликатную фритту [3] в количестве 13–19, оксид меди (II) – 13,5–19,5,

¹ Здесь и далее по тексту, если не указано особо, приведено массовое содержание, мас. %

полевой шпат – 25,25–29,5 при постоянном содержании каолина, глинозема, доломита, огнеупорной глины и кварцевого песка, суммарное количество которых составляло 40.

Глазурный шликер готовился совместным мокрым помолком компонентов глазурной шихты в шаровой мельнице (Speedy, Италия) до остатка на сите № 0063 в количестве 0,1–0,3 % при соотношении материал : мелющие тела : вода, составляющим 1:1,5:0,5. Полученная суспензия влажностью 30–40 % наносилась на высушенный до влажности не более 0,5 % и покрытый ангобом полуфабрикат керамической плитки для пола. Заглазурованные опытными составами образцы подвергались обжигу в газопламенной печи типа FMS-2500 (Италия) при температуре $(1198 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение (50 ± 2) мин в производственных условиях ОАО «Керамин» (Минск, Беларусь), поскольку в лабораторных условиях воспроизвести требуемый температурно-временной режим термообработки является проблематичным.

Исследование включало определение цветовых характеристик (координаты цвета, доминирующая длина волны, чистота тона, светлота), выполненное на спектрофотометре фирмы Proscan модели MC-122 (Германия – Беларусь), цвета покрытий по 1000-цветному атласу ВНИИ им. Д.И. Менделеева, блеска на фотоэлектронном блескомере ФБ-2 (Россия) с использованием в качестве эталона увиолевого стекла. Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) синтезированных глазурей измерялся на электронном dilatометре DIL 402 PC фирмы Netzsch (Германия) в интервале температур 20–400 $^\circ\text{C}$, микротвердость – на приборе Wolpert Wilson Instruments (Германия). Исследование рентгенофазового анализа проводилось на установке D8 ADVANCE Brucker (Германия). Микроструктура глазурных покрытий исследовалась с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM-5610 LV с системой химического анализа EDX JED-2201 JEOL (Япония). Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) осуществлялась на приборе DSC 404 F3 Pegasus фирмы Netzsch (Германия).

Визуальная оценка показала, что в исследуемой системе сырьевых материалов формируются качественные покрытия темно-серого и черного цвета с эффектом металлизации.

Значения физико-химических свойств глазурных покрытий измерялись в соответствии с ГОСТ 27180-2001 (таблица 1).

Таблица 1 – Физико-химические свойства металлизированных глазурей

Свойства	Показатели свойств покрытий
Цвет покрытий	Темно-серый, черный
Фактура поверхности	Матовая
Блеск, %	17–31
Микротвердость, МПа	4900–6100
Твердость по шкале Мооса	4–5
ТКЛР, $\alpha \cdot 10^7, \text{K}^{-1}$	68,6–75,6
Термическая стойкость, $^\circ\text{C}$	125
Химическая стойкость	Химически стойкие
Степень износостойкости	1–2

С помощью рентгенофазового анализа выявлено, что в синтезированных глазурных покрытиях идентифицируются следующие кристаллические фазы: тенорит (CuO), анортит ($\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) и куприт (Cu_2O). Тенорит образует тонкочешуйчатые агрегаты серовато-черного цвета с полуметаллическим блеском размером от 10 до 50 мкм, а куприт присутствует в виде октаэдрических кристаллов свинцово-серого цвета, также обладающих полуметаллическим блеском.

По данным исследования фазовых превращений в глазурных массах

фиксируется ряд термических эффектов. Кривая дифференциально-сканирующей калориметрии представлена на рисунке 1.

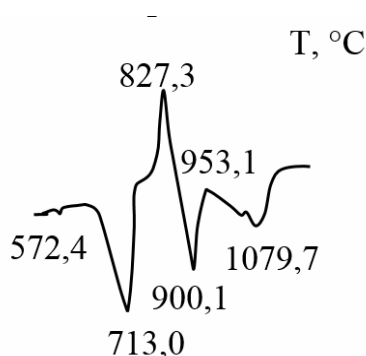


Рисунок 1 – ДСК глазурной композиции оптимального состава

В интервале температур 500–600 °С на кривой ДСК шихтовой композиции наблюдается эндотермический эффект, связанный с модификационным переходом β-кварца в α-кварц – 572,4 °С. При температуре 713,0 °С происходит диссоциация карбоната магния, входящего в состав доломита. Экзотермический тепловой эффект в интервале температур 800–860 °С, скорее всего, связан с кристаллизацией анортита. При температуре 1079,7 °С наблюдается эндоэффект, который обусловлен несколькими процессами: диссоциацией тенорита по реакции $4\text{CuO} \rightarrow 2\text{Cu}_2 + \text{O}_2$ и последующим плавлением смеси двух оксидов меди; разложение куприта по реакции $2\text{Cu}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Cu} + \text{O}_2$, а также о плавлении составляющих шихты глазурей.

Керамические плитки, декорированные разработанными составами покрытий, характеризуются степенью износостойкости 1–2. Проведенные испытания в заводских условиях ОАО «Керамин» (г. Минск, Республика Беларусь) показали реальную возможность использования разработанных глазурей в промышленном производстве.

Литература

1. Pekkan K. Production of Metallic Glazes and Their Industrial Applications / K. Pekkan, E. Tasci, V. Uz // Journal of The Australian Ceramic Society Volume. – 2015. – Vol. 51. – Iss. 1. – P.110–115.
2. Siligardi C. Lead Free Cu-Containing Frit for Modern Metallic Glaze / C. Siligardi, M. Montecchi, M. Montorsi, L. Pasquali // Journal of the American Ceramic Society. – 2009. – Vol. 92. – Iss. 11. – P. 2784–2790.
3. Фриттованная составляющая глушеной глазури : пат. ВУ 15539 / И. А. Левицкий, С. Е. Баранцева, А. И. Позняк, Н. В. Шульгович. – Опубл. 28.02.2012.

ПОЛУФРИТТОВАННЫЕ ТИТАНСОДЕРЖАЩИЕ ГЛАЗУРИ

Шиманская А. Н., Прыбыльский А. Д., Левицкий И.А. д.т.н., профессор

УО «Белорусский государственный технологический университет»

В структуре производства строительных материалов Республики Беларусь керамическая плитка занимает второе место, уступая только цементу, доля ее производства составляет около 15 %. Следует отметить, что в последние годы наблюдается насыщение национального рынка керамической плитки, поскольку объем ее производства превосходит объем внутреннего рынка в 2,5 раза, что приводит к необходимости наращивания экспорта данного вида продукции. Для успешного функционирования на международном рынке белорусские производители

керамической плитки должны выпускать продукцию, соответствующую требованиям мировых стандартов. В настоящее время в Республике Беларусь производство глазурованной керамической плитки для полов осуществляется на ОАО «Керамин» и ОАО «Березастройматериалы». Используемые на предприятиях составы глазурных композиций не обеспечивают получение изделий с высокой степенью износостойкости – 3–4, кроме того, содержат вещества первого класса опасности. Поэтому наряду с разнообразием дизайна глазурованных керамических плиток для полов, необходимо улучшать их физико-химические свойства, прежде всего, степень износостойкости, поскольку именно от истираемости глазурного покрытия зависит долговечность службы керамической плитки. Традиционно в составах износостойких глазурей плиток для полов применяется циркон. Так, на предприятиях Республики Беларусь в глазурные композиции вводится 10–11 %² этого дефицитного и дорогостоящего компонента. Однако в настоящее время многие зарубежные исследователи отмечают перспективность синтеза износостойких глазурей, отличающихся пониженным содержанием ZrO_2 , а также бесциркониевых покрытий. Кроме того, отмечается целесообразность использования в качестве глушителей диоксида титана и оксида цинка [1].

В связи с этим целью работы является разработка составов и установление закономерностей структуро- и фазообразования в процессе синтеза бесциркониевых износостойких глазурных покрытий керамических плиток для полов, обладающих требуемыми физико-химическими свойствами и декоративно-эстетическими характеристиками.

В ходе анализа данных литературы выявлено, что в условиях скоростного обжига плиток для полов с целью направленной кристаллизации фаз с высокой абразивной устойчивостью наиболее целесообразно синтезировать полуфриттованные глазури на основе четырехкомпонентной системы $MgO-CaO-Al_2O_3-SiO_2$, подбирая пределы содержания сырьевых компонентов таким образом, чтобы соотношение оксидов MgO , CaO , Al_2O_3 и SiO_2 соответствовало области кристаллизации анортита $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ (твердость по Моосу – 6,0–6,5), муллита $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ (6,0) и шпинели $MgO \cdot Al_2O_3$ (8,0). В качестве основных сырьевых материалов для введения оксидов магния, кальция, алюминия и диоксида кремния рационально использовать полевой шпат, поскольку он отличается повышенным содержанием Al_2O_3 , а также наличием главного стеклообразующего оксида SiO_2 и оксидов щелочных металлов, являющихся сильными плавнями, кварцевый песок, доломит, волластонит и алюмоборосиликатную фритту [2]. В настоящем исследовании при синтезе глазурных покрытий в качестве глушителей использовались TiO_2 и ZnO . Выбор TiO_2 в качестве глушителя обусловлен следующими факторами. Во-первых, диоксид титана способен обеспечить высокую степень глушения глазурей за счет формирования ситаллоподобной структуры в результате катализации кристаллизации по всему объему покрытия, а также выделения из стекловидного расплава в виде рутила, титанатов кальция, магния и других соединений [3]. Как известно, именно стеклокристаллическая структура глазури обеспечивает высокие значения износостойкости. Кроме того, TiO_2 способен изменять состав основных кристаллических фаз, воздействуя на температурный интервал их образования и структуру продуктов кристаллизации [4]. К тому же диоксид титана в меньшей степени увеличивает вязкость стекловидного расплава по сравнению с другими глушителями [5]. Оксид цинка усиливает кристаллизационную способность глазурей, а также может выделяться из стекловидного расплава в виде

² Здесь и далее по тексту, если не указано особо приведено массовое содержание, мас. %

ганита, виллемита, титанатов цинка и других кристаллических фаз.

Для приготовления глазурной суспензии использовались следующие сырьевые материалы, %: полевой шпат – 16,0–22,0; цинковые белила – 3,0–9,0; диоксид титана – 8,0–12,0 при постоянном содержании каолина, глинозема, доломита, волластонита, огнеупорной глины, кварцевого песка и фритты [2], общее количество которых составляло 65,0 %. В качестве электролита в состав глазурной суспензии вводился триполифосфат натрия.

Глазурный шликер готовился совместным мокрым помолом компонентов шихты в шаровой мельнице (Speedy, Италия) до остатка на сите № 0056 в количестве 0,1–0,3 % при соотношении материал : мелющие тела : вода, составляющим 1:1,5:0,5. Полученная суспензия влажностью (50 ± 1) % наносилась на высушенный до влажности не более 0,5 % и покрытый ангобом полуфабрикат керамических плиток. Заглазурованные опытными составами образцы подвергались обжигу в печи FMS-2500 при температуре (1200 ± 5) °C в течение (50 ± 2) мин в ОАО «Керамин». Скорость подъема температуры, продолжительность выдержки при максимальной температуре, а также общее время обжига отвечали производственным параметрам.

После синтеза образцов глазурных покрытий проводилась оценка соответствия их физико-химических свойств требованиям нормативно-технической документации.

Визуальная оценка покрытий показала, что синтезированные полуфриттованные глазури характеризуются достаточно высокой степенью глушения, шелковисто-матовой фактурой поверхности, обеспечивающей противоскользящие свойства.

Для определения белизны и блеска глазурированных изделий применялся прибор ФБ-2 (Россия). В качестве эталона для определения блеска покрытия использовалась пластинка из увиолевого стекла, блеск которой равен 65 %. Для измерения белизны глазури в качестве эталона применялась баритовая пластинка, белизна которой составляет 99,6 %. Исследованиями установлено, что блеск синтезированных глазурных покрытий находится в интервале 16–65 %. Показатели белизны покрытий находятся на достаточно высоком уровне – 79–86 %, что указывает на образование фаз с повышенными значениями коэффициента преломления (относительно среднего показателя преломления стекла 1,48–1,58).

Микротвердость глазурных покрытий измерялась на приборе Wolpert Wilson Instruments (Германия) с автоматической обработкой данных. Высокие значения микротвердости образцов глазурей (5500–6900 МПа) и твердости по шкале Мооса (6,5) свидетельствуют о формировании покрытий с высокой устойчивостью к истиранию.

Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) синтезированных глазурей измерялся на электронном dilatометре DIL 402 PC фирмы Netzsch (Германия) в интервале температур 20–400 °C. Согласованность в системе «глазурь – ангоб – керамический черепок», которая достигается благодаря близости значений ТКЛР синтезированных глазурей ($(58,5\text{--}68,4) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$) и керамической основы ($(70,0\text{--}75,0) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$), позволила получить бездефектные изделия с термической стойкостью, составляющей 200 °C.

Поверхность абсолютно всех покрытий не имела каких-либо признаков повреждения после воздействия раствора № 3 в течение 6 ч (ГОСТ 27180–2001), это позволяет предполагать, что структура глазурей представлена химически устойчивыми кристаллическими фазами и стекловидной составляющей.

Изучение микроструктуры покрытий проводилось с помощью сканирующего электронного микроскопа высокого разрешения MIRA3 с рентгеноспектральным микроанализатором EDX X-Max и приставкой фазового анализа EBSD HKL (Tescan, Чехия). Исследование поверхности глазури методом полуквантитативного микрорентгеноспектрального анализа подтвердило, что покрытие представляет собой каркас из сросшихся хаотично направленных таблитчатых кристаллов анортита размером 10–50 мкм, между которыми встречаются прослойки стекловидной фазы, сrostки игольчатых кристаллов рутила – 10–30 мкм и октаэдрические новообразования ганита – менее 5 мкм.

Кроме того, в зависимости от состава в покрытиях идентифицируются следующие кристаллические фазы: корунд (α - Al_2O_3), титанат магния ($2\text{MgO} \cdot \text{TiO}_2$) и перовскит или титанат кальция ($\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2$). Установлено, что при увеличении количества цинковых белил, введенных взамен диоксида титана в состав глазурной композиции, происходит снижение общего количества кристаллической фазы как на поверхности глазурного покрытия, так и в объеме при этом доля стекловидной фазы растет.

Это объясняется способностью оксида цинка образовывать легкоплавкие эвтектики с температурой плавления ниже 1000 °С. За счет этого происходит смещение температурного интервала кристаллизации глазури в низкотемпературную область. Так, процесс кристаллизации анортита в глазурной шихте, содержащей 10 % TiO_2 и 3 % ZnO , начинается при температуре 822,2 °С, а в глазури, включающей 8 % TiO_2 и 9 % ZnO , – 813,1 °С (рисунок 1).

Необходимо отметить, что снижение микротвердости покрытий, повышение их ТКЛР, блеска и белизны, наблюдаемое при увеличении количества цинковых белил в глазурной композиции и снижении диоксида титана, обусловлены именно данной закономерностью.

Степень износостойкости покрытия оптимального состава составляет 3–4 (ГОСТ 27180–2001), что позволяет использовать керамическую плитку с данным покрытием во всех помещениях квартиры или дома, а также небольшого офиса. Таким образом, применение плиток для полов, декорированных разработанными составами глазурных композиций, увеличит срок эксплуатации плиток для полов за счет повышения их износостойкости.

Литература

1. Casasola, R. Glass-ceramics glazes for ceramic tiles – a review / R. Casasola, J. M. Rincon, M. Romero // J. of Material Science. – 2012. – Vol. 47, iss. 2. – P. 553–582.
2. Фриттованная составляющая глушеной глазури : пат. ВУ 15539 / И. А. Левицкий, С. Е. Баранцева, А. И. Позняк, Н. В. Шульгович. – Опубл. 28.02.2012.
3. Бережной, А. И. Ситаллы и фотоситаллы / А. И. Бережной ; под ред. Н. А. Торопова. – М. : Машиностроение, 1966. – 348 с.

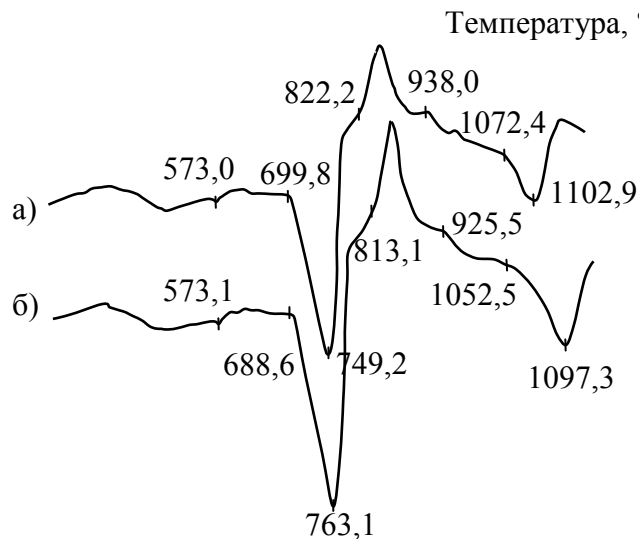


Рисунок 1 – Кривые ДСК исследуемых глазурных шихт, отличающихся содержанием оксида цинка и диоксида титана: а) TiO_2 – 10 %, ZnO – 3 %; б) TiO_2 – 8 %, ZnO – 9 % ($\times 1000$)

4. Ходаковская, Р. Я. Химия титансодержащих стекол и ситаллов / Р. Я. Ходаковская. – М. : Химия, 1978. – 285 с.
5. Бобкова, Н. М. Влияние добавок диоксида титана на свойства глухих глазурей / Н. М. Бобкова, И. А. Левицкий, Р. Н. Милевская // Стекло и керамика. – 1983. – № 10. – С. 25–27.

СИНТЕЗ КЕРАМИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ МУЛЛИТОПОДОБНОЙ СТРУКТУРЫ В СИСТЕМЕ $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3(\text{Cr}_2\text{O}_3)$

Павлова О.А., Пищ И.В. д.т.н., проф., Гвоздева Н.А., к.т.н., доц.

УО «Белорусский государственный технологический университет»

В настоящее время возрастает потребность в пигментах для окрашивания керамических масс, глазурей, флюсов. Для расширения палитры керамических пигментов и использования в качестве исходных компонентов недефицитных природных сырьевых материалов, снижения температуры синтеза нашли широкое применение природные силикатные сырьевые материалы. Недостатком применения природных кристаллических структур является их ограниченная способность усваивать красящие ионы, и, как следствие, недостаточно высокая яркость пигментов. В связи с этим проводятся исследования, направленные на изучение возможности осуществления более полного внедрения красящих ионов в различные природные кристаллические структуры (муллита, корунда, шпинелей) и получения твердых растворов. Достигается это путем изоморфного замещения ионов, входящих в кристаллическую решетку, на ионы переходных металлов. Условием полного замещения является близость значений ионных радиусов и их зарядов.

В настоящее время в синтезе керамических пигментов используют различные природные силикаты, в том числе и слоистые, к которым относятся глины.

В данной работе в качестве исходного сырьевого материала была выбрана огнеупорная каолинистая глина месторождения «Латненское» (ЛТ-1). По минералогическому составу глина представлена в основном каолинитом $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, примесью кварца, гидрослюда и других минералов. Химический состав глины представлен следующими оксидами, мас. %: SiO_2 –65,7; Al_2O_3 –22,7; TiO_2 –0,46; Fe_2O_3 –0,39; CaO –0,3; MgO –0,2; Na_2O –0,5; K_2O –0,24; п.п.п.–9,51.

Особенности строения каолинита, обусловленные наличием кислородсодержащей поверхности с одной стороны и гидроксильной поверхности - с другой, позволяют при синтезе пигментов осуществить изоморфное замещение ионов Al^{3+} на ионы переходных 3d-элементов (Fe^{3+} , Cr^{3+} и др.). Благодаря высоким гидрофильным свойствам каолинита возможно проводить его предварительную пропитку растворами солей переходных металлов, которая позволит сочетать процессы обжига керамики и синтеза пигментов.

Целью данной работы явилось изучение особенностей синтеза пигментов при пропитке глины солями переходных 3d-элементов и исследование возможности внедрения красящих ионов в кристаллическую структуру каолинита без дополнительной подшифтовки. В качестве хромофоров были использованы ионы Cr^{3+} , Fe^{3+} .

Пигментную массу, окрашенную растворами солей переходных металлов, получали следующим способом. Глину ЛТ-1 подвергали сушке, измельчению, просеиванию, затем пропитке 35%-ными растворами солей ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) в количестве 5%, 10%, 15% в пересчете на оксиды. При этом вводили раствор уксусной кислоты (3 мл 9%-ной CH_3COOH на 100 мл раствора соли) для увеличения пористости глины и повышения качества пропитки. Для обеспечения полного растворения солей и повышения качества окрашивания глинистого сырья использовали горячие растворы ($80 \pm 10^\circ\text{C}$). В качестве минерализатора вводили борную кислоту H_3BO_3 в количестве

5%. Для сравнения хромофорных свойств солей и оксидов одних и тех же металлов были проведены исследования с оксидами. Глину ЛТ-1 окрашивали оксидами Cr_2O_3 , Fe_2O_3 .

Обжиг окрашенной глины проводили в электрической печи при температурах $1100\text{--}1150\text{--}1200\pm 20^\circ\text{C}$ с выдержкой при максимальной температуре 1 час. В результате высокотемпературной обработки глины были получены керамические материалы различных цветов и оттенков.

Для изучения хромофорных свойств синтезированных пигментов были получены кривые спектрального отражения на электронном спектрофотометре и спектрофотометре СФ-18 с автоматической записью спектров отражения в области длин волн $400\text{--}750\text{ нм}$.

В ходе проведения эксперимента были определены коэффициент отражения и цветовые характеристики синтезированных пигментов оптимальных составов, полученных с использованием солей и оксидов переходных металлов.

Кривые спектрального отражения пигментов, содержащие оксид Cr_2O_3 , имеют доминирующую длину волны в области $500\text{--}530\text{ нм}$, что соответствует зеленой области спектра. Пигменты, полученные окрашиванием солями хрома, имеют более яркую и насыщенную окраску.

Использование солей позволяет получить пигменты с чистотой тона на $3\text{--}8\%$ выше, по сравнению с предварительно синтезированными пигментами, окрашенными оксидами хрома.

Окраска пигментов с использованием оксида Fe_2O_3 , характеризуется светло-коричневой гаммой, максимум кривой поглощения расположен в области $580\text{--}590\text{ нм}$. Пигменты, синтезированные раствором соли железа (III), отличаются более насыщенной коричневой окраской, доминирующая длина волны находится в области $590\text{--}610\text{ нм}$.

При синтезе пигментов с использованием огнеупорной глины необходимо учитывать процессы, которые происходят при ее обжиге. Как известно, данный процесс связан с разрывом связей Al-O-OH и изменением связей Si-O-Al , что сопровождается увеличением длины связи Al-O и появлением алюминия в четверной координации.

Интересно отметить, что ионы Fe^{3+} и, используемые как хромофоры, замедляют процесс образования муллита, хотя Fe_2O_3 и образует с муллитом твердый раствор. При этом оксид железа снижает температуру муллитизации каолина и образования кристобалита.

В присутствии оксидов щелочных металлов совместно с оксидами железа в расплаве появляются связи Si-O-Al и Al-O-Al , которые препятствуют превращению кремнезема в кристобалит, что подтверждается рентгенофазовым анализом, который фиксирует наличие муллита, гематита, α -кварца.

Фазовый состав синтезированных пигментов определяли методом рентгенофазового анализа. По данным рентгенофазового анализа в процессе синтеза происходит перестройка структуры глины с образованием кристаллической решетки муллита. Фазовый состав обожженной глины представлен в основном α -кварцем, муллитом, а также красящими оксидами хрома и железа в виде самостоятельной фазы.

Как следует из рентгенограмм пигментов, окрашенных растворами солей, предположительно происходит встраивание ионов-хромофоров Fe^{3+} и Cr^{3+} в кристаллическую решетку муллита. Это обусловлено близкими значениями радиусов ионов Fe^{3+} и Cr^{3+} к радиусу ионов Al^{3+} , входящих в кристаллическую решетку муллита, и приводит к получению устойчивых пигментов с высокими хромофорными свойствами. Обнаружена так же ограниченная вместимость кристаллической решетки муллита, которая подтверждается наличием красящих оксидов хрома и железа в виде самостоятельных фаз.

В результате проведенной работы изучены особенности синтеза керамических пигментов методом пропитки растворами солей исходных компонентов с последующим обжигом. Установлены оптимальные составы с чистотой тона 35-45%, кислотостойкостью к раствору 1 н. HCl 98,7-99,3%.

На ОАО «Керамин» проведены промышленные испытания синтезированных пигментов и получены положительные результаты. Пигменты разработанных составов могут быть рекомендованы для окрашивания керамических изделий.

THE COMPOSITION OF THE PRODUCTS OF HEAT TREATMENT OF Co(II)-Zn DIHYDROGENPHOSPHATES UNDER ISOTHERMAL CONDITIONS

Antrapteva N.M. Professor, Doctor of Chemical Sciences, Toropova A.K., Kostenko A.N.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Polymeric phosphates of bivalent metals are widely used as the basis for creating various inorganic materials [1,2]. For practical realization of their synthesis by heat treatment of hydrated salts data on the composition, formation temperature and the thermal stability of the products of partial and complete dehydration are needed. Such data on the heat treatment products of Co(II)-Zn dihydrogenphosphates under isothermal conditions are absent from literature.

Their receipt is the aim of this work.

Heat treatment of $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ($0 < x < 1.0$) was performed in the range 100-350°C ($\pm 5^\circ\text{C}$). The sample was held at a predetermined temperature for 0.5, 1.5, 3.0, 5.0 and 7.0 hours. The total phosphorus content and anionic composition were determined with quantifying the percentage of each of the polymeric phosphates in the dehydration products. Methodical implementation of experiment like described in [3].

According to our data, in the heat treatment of $\text{Co}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ at 100°C for 0.5-7.0 hours a heterophase mixture of solid and liquid phases containing only monophosphate anion is formed. Condensation of the anion in the solid phase begins upon heating up to 150°C starting crystalline hydrate. Keeping it at this temperature for 0.5 hour leads to the formation of 12.6 wt. % diphosphate and 1.2 wt. % triphosphate. Increasing the calcination time to 7 hours increases the degree of polycondensation of the phosphate anion (n) to 4. The most complex mixture of polymeric phosphates with linear structure of the anion (the n value reaches 9) is formed on calcining $\text{Co}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ for 7.0 hours at 225°C.

Phosphate with cyclic anion structure, cyclotetraphosphate (up to 5.8 wt. % in terms of P_2O_5), has been identified in the products of heat treatment of $\text{Co}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ at 275°C for 3.0 hours. Increasing the calcination time at this temperature to 7 hours results in the simplification of the anionic composition of the heat treatment product: up to 86% of the total $\text{P}_2\text{O}_{5\text{salt}}$ content is cyclotetraphosphate. The solid phase obtained at 350°C is practically nothing but condensed phosphate – anhydrous cyclotetraphosphate of the composition $\text{CoZnP}_4\text{O}_{12}$.

The total percentage of free phosphoric acids in the heat treatment products of $\text{Co}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ is a maximum, when it is heated for 0.5 hour at 150°C. It is 8.8 wt.% $\text{P}_2\text{O}_{5\text{acidic}}$ in the form of monophosphate acid. Anionic condensation processes begin on prolonging the heat treatment to 1.5 hours.

Besides monophosphate acid, diphosphate acid (up to 6% of the total $\text{P}_2\text{O}_{5\text{acidic}}$) is formed. A similar pattern of change in the anionic composition of the acid component persist in heat treatment in the range 150-185°C. When the temperature rises to 350°C, the percentage of free phosphoric acids decreases. In the products of thermal treatment of $\text{Co}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ at 350°C they are absent.

The results obtained make it possible to select the optimum conditions for the synthesis of dihydrogenphosphates $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ of different composition and structure of the anion of polymeric products of heat treatment. Changing the value of x in the range $0 < x < 1.0$

has almost no effect on their composition. When increasing the percentage of cobalt (II), the temperature ranges of polymeric products formation shift by 10-15°C to higher temperatures.

References

1. Kanazawa T. Inorganic Phosphate Materials / T. Kanazawa. – Amsterdam, 1989. – 298 p.
2. Shchegrov L.N. Phosphates of Divalent Metals / L.N. Shchegrov. – Kyiv: Naukova dumka, 1987. – 216 p.
3. Antraptseva N.M. Thermal properties of manganese(II)-cobalt(II) diphosphate solid solution / N.M. Antraptseva, N.V. Solod // Functional materials. - 2016. - V.23 - №4 - P. 657-664.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕДИЦИНСКОГО СТЕКЛА

Хвесеня Д. Н., Терещенко И. М. доцент, к.т.н.

Белорусский государственный технологический университет (г. Минск)

Высокая химическая устойчивость по отношению к различным агрессивным средам – одно из основных свойств медицинского стекла. Химическая стойкость характеризует сопротивляемость стекол разрушающему действию агрессивных сред. При воздействии агрессивных сред на стекло возможно два основных вида явлений – растворение и выщелачивание. При растворении компоненты стекла переходят в раствор в тех же соотношениях, в каких они находятся в стекле. Многие стеклообразные стекольные системы растворяются с той или иной скоростью в плавиковой кислоте и в концентрированных горячих растворах щелочей [1]. Процесс выщелачивания характеризует механизм взаимодействия стекла с водой и кислотами, исключая плавиковую. При выщелачивании в раствор переходят преимущественно оксиды щелочных и щелочноземельных металлов благодаря своей высокой подвижности по сравнению с высоким зарядом четырехвалентного кремния.

Единственным производителем медицинского стекла в Республике Беларусь является «Борисовский хрустальный завод». При производстве медицинских флаконов на основе боросиликатного стекла ХТ-1 в условиях ПРУП «Борисовский хрустальный завод» имеет место несоответствие качества выпускаемой продукции требованиям СТБ ISO 4802-1, регламентирующим гидролитическую устойчивость внутренней поверхности сосудов. Как правило, гидролитическая устойчивость внутренней поверхности вырабатываемых флаконов соответствует классу НС-3, в то время как стекло и получаемый из него полуфабрикат – стеклотрубка, из которой формуются флаконы, имеют I класс водостойкости (НС-1). Выход годной продукции (по 1-му классу водостойкости) не превышает 12–15 %.

Предпринимаемые попытки регулирования температурного и временного режимов формования флаконов в условиях ПРУП «БХЗ» не привели к улучшению качества продукции. Данная ситуация оборачивается значительным снижением цены на флаконы, ограничиваются области их использования.

В связи со сложившейся ситуацией на кафедре технологии стекла и керамики БГТУ проведены работы, имеющие цель решение существующих проблем при производстве изделий из медицинских стекол.

В настоящее время эксплуатационные свойства стеклоизделий улучшают различными способами: закалкой в воздушной и жидких средах, нанесением различного рода защитных покрытий, ионным обменом, травлением, выщелачиванием газовыми реагентами и другими. В некоторых случаях совмещают несколько способов. Наиболее простым методом улучшения свойств поверхности стекла, по нашему мнению, является термохимическая обработка стеклоизделий реагентами на стадии формования или отжига.

Термохимическую обработку поверхности стекол можно проводить используя

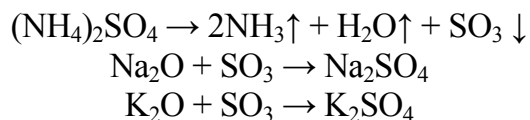
газы, или же применяют твердые или жидкие реагенты [2].

Внедрение метода модификации поверхности стеклоизделий газами связано с необходимостью использовать довольно сложное оборудование для точной дозировки реагента и своевременной подачи его вовнутрь стеклоизделия.

Более простое решение, позволяющее обойтись без дозировки газов, заключается в применении твердых веществ, которые при высокой температуре разлагаются с выделением кислых газов [3].

В данном случае, на наш взгляд, наиболее приемлемым является обработка медицинских изделий растворами солей, способных разлагаться при повышенных температурах с выделением, например, кислых газов. Причем технологическую стадию модифицирования поверхности стекла следует вынести за пределы поточной линии формования-отжига изделий. Другими словами, следует подвергать термохимической обработке не сформированное изделие, а полуфабрикат – стеклотрубку, что технически достаточно легко реализуемо в условиях ПРУП «БХЗ».

Проведенные исследования показали, что предварительная обработка поверхности сформированного и охлажденного полуфабриката (стеклотрубки) раствором $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, например, в солевой ванне положительно влияет на химическую устойчивость стеклянных изделий. На поверхностях трубки при этом остается налет соли, который в ходе формования и отжига флакона разлагается, выделяя SO_3 . Полученный кислый газ реагирует с мигрирующими на поверхности входе нагрева (формование, отжиг) слабо связанными в структуре стекла щелочными оксидами (Na_2O , K_2O). Процесс термохимической обработки может быть описан по следующими уравнениям:



В итоге на поверхности стекла получается тонкий налет образовавшихся солей, который легко удаляется, например, при мойке изделий. В результате удаления щелочных ионов с поверхности стекла имеют место следующие эффекты:

- возрастание механической прочности изделий за счет повышения степени полимеризации кремнекислородного каркаса стекла (на 15–20 %);
- рост химической стойкости стекла, поскольку именно в ходе термохимической обработки происходит удаление образовавшихся щелочных металлов с поверхности изделия, щелочные ионы переходят в растворы медикаментов (содержимое флаконов), вызывая их деградацию.

Для предотвращения осыпания соли с поверхности трубки в ее раствор следует ввести клеящую добавку, например, ПВС (поливиниловый спирт).

Готовые стеклянные изделия полученные по данной технологии соответствуют I гидролитическому классу (объем 0,01н. HCl израсходованной на титрование 100 мл раствора – 0,50–0,80 мл.)

Таким образом, термохимическая обработка полуфабриката – стеклянных трубок, перед стадией формования изделий (флаконов) на вертикальных автоматах типа FLA-35 не требует значительных изменений в технологии производства сложного оборудования и легко вписывается в существующий технологический процесс.

Результатом термохимической обработки стеклянных трубок является получение изделий с гарантированной химической устойчивостью соответствующей первому гидролитическому классу.

ЛИТЕРАТУРА:

1 Химическая технология стекла и ситаллов / М.В. Артамонова [и др.]; под ред. Н.М. Павлушкина. – М.: Стройиздат, 1983. – 432 с.

2 Шарагов, В.А. Химическое взаимодействие поверхности стекла с газами / В.А. Шарагов. – Кишинев: Штиинца, 1988. – 130 с.

3 Жуковская, О.В., Канчиев, З.И., Петровский, Г.Т. и др. // Ж. прикл. Химии. 1980. Т. 53, № 5. С. 97–984.

РОЗРОБКА РАЦІОНАЛЬНОГО СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ СЕРЕДНІХ ЦИНК-КОБАЛЬТ(II) ФОСФАТІВ ТЕТРАГІДРАТІВ

Антрапцева Н.М.¹ д.х.н., проф., Біла Г.М.² к.х.н., доц., Петриченко Т.В.¹

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України

²Національний університет харчових технологій

Питанням розробки енерго- і ресурсозберігаючих технологій, що дозволяють раціонально використовувати запаси енергії і сировини, останнім часом приділяється особлива увага. Це стосується і технології твердих розчинів гідратованих фосфатів двовалентних металів, зокрема середніх цинк-кобальт(II) фосфатів тетрагідратів.

Стосовно їх одержання відомий спосіб, відповідно до якого взаємодією при 25-80°C суміші розчинів сульфатів цинку і кобальту, взятих у заданому співвідношенні, з розчином $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ можна отримати середні цинк-кобальт(II) фосфати загального складу $\text{Zn}_{3-x}\text{Co}_x(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ($0 < x \leq 1.00$) [1]. Однак цей спосіб відрізняється складністю технологічних операцій, довготривалістю і великими витратами вихідних реагентів.

Мета цієї роботи – розробити спосіб одержання середніх цинк-кобальт(II) фосфатів тетрагідратів складу $\text{Zn}_{3-x}\text{Co}_x(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ($0 < x \leq 1.00$), що забезпечує мінімальні тривалість процесу і витрати фосфатної сировини.

Цинк-кобальт(II) фосфати тетрагідрати одержували взаємодією суміші гідроксокарбонатів цинку і кобальту(II), взятих у певному співвідношенні, зі стехіометричною кількістю фосфатної кислоти при фіксованому значенні концентрації йонів Гідрогену. Для визначення оптимальних умов їх осадження в окремих серіях дослідів встановлювали залежність складу твердої фази від рН осадження (в межах 2.0-3.4), температури (25-75°C), концентрації H_3PO_4 (30-87%). Ідентифікацію фосфатів виконували за допомогою хімічного, рентгенофазового і ІЧ спектроскопічного аналізу, аналогічно [1].

Аналіз експериментальних даних свідчить про те, що середні цинк-кобальт(II) фосфати осаджуються при рН з області 2.4-3.3. За цих рН досягається повнота осадження цільового продукту і, відповідно, його максимальний вихід. Температура осадження в межах 25-75°C, концентрація фосфатної кислоти практично не впливають на склад твердої фази, змінюючи швидкість процесу, а відповідно і його тривалість. Узагальнюючи отримані дані, для одержання готового продукту оптимальними обрані такі умови: рН 2.9, температура 75°C, 55%-ий розчин H_3PO_4 .

Для визначення умов реалізації керованого синтезу і одержання цинк-кобальт(II) фосфатів тетрагідратів заданого складу встановлювали кореляції між складом вихідних реагентів і складом цільового продукту змінюючи співвідношення $K = \text{Zn}/\text{Co}$ (мольне) у складі вихідних реагентів (від 1.5 до 50.0).

Результати хімічного аналізу одержаних фосфатів свідчать про те, що варіюючи під час синтезу склад суміші вихідних реагентів можна цілеспрямовано змінювати вміст в них цинку і кобальту(II) в доволі широких межах (Zn від 42.13 мас. % до 28.95 мас. %, Co від 0.64 до 13.05 мас. %). Загальна формула синтезованих фосфатів цинку-кобальту(II) тетрагідратів має вигляд $\text{Zn}_{3-x}\text{Co}_x(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Визначені за результатами комплексного дослідження області їх гомогенності змінюються в межах $0 < x \leq 1.00$.

Отже, розроблений спосіб одержання середніх цинк-кобальт(II) фосфатів тетрагідратів забезпечує мінімальну тривалість процесу і практично виключає втрати фосфатної сировини. Вихід готового продукту досягає 97-98%.

Література

1 Антрапцева Н.М. Изучение взаимодействия смесм растворов сульфатов цинка и кобальта с двухзамещенным фосфатом аммония / Н.М. Антрапцева, Л.Н. Щегров // Журн. неорган. химии. – 1983. – Т. 28, №10. – С. 2523-2528.

ВИБІР ОПТИМАЛЬНИХ УМОВ ОДЕРЖАННЯ БЕЗВОДНИХ ФОСФАТІВ ТЕРМООБРОБКОЮ ЇХ КРИСТАЛОГІДРАТІВ

Антрапцева Н.М.¹ д.х.н., проф., Манчук Н.М.² к.х.н., доц., Козачук Т.В.¹

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України

²Національний авіаційний університет

Термообробка кристалогідратів є одним з найбільш технологічних способів одержання безводних солей та різноманітних матеріалів на їх основі [1]. Для вибору оптимальних умов одержання продуктів зневоднення поряд з хімічним та рентгенофазовим аналізами використовують термоаналітичні методи дослідження.

Мета даної роботи – встановити вплив швидкості нагрівання кристалогідрату складу $Mn_2P_2O_7 \cdot 5H_2O$ на взаємозв'язок процесів дегідратації і кристалізації.

Основним експериментальним методом дослідження обраний диференціально-термічний аналіз (ДТА), якій виконували за допомогою дериватографа Q-1500 D в умовах динамічного (швидкість нагрівання 10.0; 5.0 і 2.5 град./хв., наважка 300 мг, тиглі платинові з кришкою, еталон свіжепрокалений Al_2O_3 , точність визначення температури $\pm 5^\circ C$) і квазіізотермічного (тигель конічний швидкість нагрівання 3.0 град/мин.) режимів нагрівання. Методична частина експерименту аналогічна наведеній у [2]. Продукти термообробки, ідентифікували, використовуючи комплекс методів аналізу: хімічний, рентгенофазовий, ІЧ-спектроскопію.

Відповідно до результатів ДТА, нагрівання $Mn_2P_2O_7 \cdot 5H_2O$ із швидкістю 2.5 град./хв. супроводжується глибоким ендотермічним ефектом в інтервал 623 – 668 К. Втрати маси зразка при цьому складають 0.5 моль H_2O . Ці дані повністю відповідають традиційним уявленням про те, що видалення з кристалогідрату води супроводжується ендотермічним ефектом [3]. За збільшення швидкості нагрівання з 2.5 до 10 град./хв. практично в тому ж інтервалі температур (645-685 К) видалення тих же 0.5 моль H_2O реєструється появою на кривій ДТА чіткого екзотермічного ефекту.

Рентгенофазовим аналізом встановлено, що продукти часткового зневоднення $Mn_2P_2O_7 \cdot 5H_2O$, одержані при температурі початку ендотермічного ефекту (623 К, швидкість нагрівання 2.5 град./хв.), мають кристалічну структуру, яка після нагрівання до 668 К залишається незмінною. Продукт зневоднення, одержаний нагріванням до 645 К зі швидкістю 10.0 град./хв., є рентгеноаморфною фазою, яка кристалізується після екзотермічного ефекту в інтервалі температур 645-685 К. Тобто хід кривої ДТА, яка описує дегідратацію за швидкості нагрівання 10 град./хв., обумовлений настанням процесу кристалізації, який описується екзотермічним ефектом. Оскільки тепловий ефект кристалізації рентгеноаморфної фази перебільшує за величиною ендотермічний ефект видалення води, то крива ДТА відображує підсумок накладання одне на одного цих протилежних за знаком теплових процесів.

Отже, зміна режимів нагрівання кристалогідратів під час їх зневоднення значно впливає на послідовність термічних перетворень, які відбуваються у твердій фазі, що реєструється на термічних кривих різними за знаками тепловими ефектами.

Враховуючи результати ДТА, оптимальними для одержання безводного β - $Mn_2P_2O_7$ термообробкою $Mn_2P_2O_7 \cdot 5H_2O$ обрані такі умови: динамічний режим нагрівання зі швидкістю 10.0 град./хв., квазіізотермічний зі швидкістю нагрівання 3.0 град./хв.

Література

1. Kanazawa T. Inorganic Phosphate Materials / T. Kanazawa. – Amsterdam, 1989. – 298 p.

2. Antraptseva N.M. Thermal properties of manganese(II)-cobalt(II) diphosphate solid solution / N.M. Antraptseva, N.V. Solod // Functional materials. - 2016. - V.23. - №4 - P. 657-664.
3. Макагун В.Н. Химия неорганических гидратов / В.Н. Макагун. – Минск : Наука и техника, 1985. – 246 с.

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ОРТОФЕРРИТА ВИСМУТА НИТРАТ-ЦИТРАТНЫМ МЕТОДОМ СИНТЕЗА

Головач Р.В.¹, Дятлова Е.М.¹ к.т.н., доц., Хорт А.А.² к.т.н.

¹Белорусский государственный технологический университет

²Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова Национальной академии наук
Беларуси

Ортоферрит висмута (BiFeO_3) является высокотемпературным мультиферроиком. Такие материалы одновременно сочетают в себе ферромагнитные, сегнетоэлектрические и ферроэластические свойства. Это делает их отличными материалами для создания на их основе элементов памяти, спинтроники, микроэлектроники, сенсоров различного назначения. С помощью мультиферроиков могут быть достигнуты дополнительные функциональные параметры приборов, благодаря наличию у них более двух логических магнитоэлектрических параметров, что является востребованным для целого ряда новых устройств.

Существующие методы синтеза не удовлетворяют требованиям получения продукта с высоким содержанием фазы ортоферрита висмута нанокристаллического размера, поэтому в работе для синтеза использовался метод экзотермических реакций в растворах солей.

Целью работы является изучение влияния параметров экзотермического нитрат-цитратного синтеза на структуру, фазовый состав и свойства нанокристаллического ортоферрита висмута.

Образцы BiFeO_3 были синтезированы экзотермическим нитрат-цитратным методом из стехиометрических смесей растворов нитратов висмута и железа. В качестве восстановителя использовалась лимонная кислота, а в качестве окислителя – нитрат аммония. Лимонная кислота использовалась в количестве, необходимом для соблюдения различных соотношений восстановитель/окислитель. Приготовленные растворы обезвоживались до получения геля, который подвергался термообработке в муфельной печи. Полученные порошки подвергались закалке при различных температурах по режимам, включающим быстрый нагрев и охлаждение.

Рентгенофазовый анализ синтезированных материалов показал, что основной кристаллической фазой всех образцов является ортоферрит висмута с искаженной структурой перовскита. В материале, не подвергшемся закалке, было отмечено присутствие значительной доли аморфизированной фазы, которая кристаллизуется при прокаливании.

Установлено, что по мере повышения температуры закалки материалов их кристаллическая структура приобретает признаки фазового полиморфизма с характерным расщеплением дифракционных максимумов. Одновременно с этим наблюдается снижение дисперсности исследуемых порошков ортоферрита висмута с 25 нм у непрокаленного до 70 нм у материала после прокаливания.

Синтез феррита висмута экзотермическим нитрат-цитратным методом имеет следующие преимущества:

- отсутствие необходимости в особо чистых оксидах, так как реакция происходит в растворах;
- снижение температуры синтеза за счёт процесса горения геля;
- высокое содержание основной кристаллической фазы в конечном продукте;

– отсутствие необходимости в помоле исходных компонентов или конечного продукта для увеличения дисперсности материала.

Разработанные материалы могут быть использованы для изготовления конденсаторов с высокой электрической емкостью, датчиков различного назначения и исполнительных устройств.

БАЗАЛЬТ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НЕПРЕРЫВНОГО ВОЛОКНА

Воронкович Е.Л., Папко Л.Ф., к.т.н., доц.

Белорусский государственный технологический университет

Базальтовое непрерывное волокно отличается от алюмоборосиликатного стекловолокна типа Е более высокими показателями прочности, стойкости к кислым и щелочным средам, температуры применения при доступности и низкой стоимости базальтовых пород. Однако при многообразии составов базальтов различных месторождений далеко не все пригодны по химико-минеральному составу и технологическим свойствам для получения непрерывного волокна. Основными показателями, которые определяют возможность использования минеральных пород, являются реологические свойства расплава (вязкость и поверхностное натяжение) и его кристаллизационная способность. Производство базальтового непрерывного волокна имеет свои особенности, связанные с нестабильностью состава базальтов, низкой теплопрозрачностью базальтовых расплавов.

Целью работы является исследование технологических свойств базальтов, предназначенных для производства непрерывного волокна одностадийным методом. Объектом исследования являются андезитобазальт Подгорненского месторождения (Украина) и базальт Марнеульского месторождений (Грузия).

Усредненный химический состав породы Подгорненского месторождения включает, мас.% :SiO₂ 52,33; Al₂O₃ 17,67; K₂O 1,59; Na₂O 2,62; CaO 8,17; MgO 4,11; Fe₂O₃ 12,35; TiO₂ 1,16. Химический состав породы Марнеульского месторождения включает, мас.% :SiO₂ 49,80; Al₂O₃ 15,10; K₂O 0,75; Na₂O 1,4; CaO 7,34; MgO 5,13; Fe₂O₃ 8,48; TiO₂ 2,72.

По данным рентгенофазового анализа минеральный состав андезитобазальта Подгорненского месторождения представлен плагиоклазами – твердыми растворами на основе анортита CaAl₂Si₂O₈ и альбита NaAlSi₃O₈ с преобладанием анортитовой составляющей плагиоклаза. Кроме этого, на рентгенограммах имеются дифракционные максимумы, которые свидетельствуют о наличии в породе твердых растворов на основе диопсида – пироксенов, а также магнетита Fe₃O₄.

Базальт Марнеульского месторождения имеет сходный минеральный состав. Твердые растворы на основе диопсида представлены авгитом (клинопироксеном) – (Ca, Mg, Fe²⁺, Fe³⁺, Al, Ti)₂[(Si, Al)₂O₆].

По результатам градиентной термообработки в электропечи SP30/13 в интервале температур 800–1300 °С с выдержкой 1 ч температура начала плавления андезитобазальта Подгорненского месторождения составляет 1190 °С, базальта Марнеульского месторождения – 1160 °С. В результате плавления базальтов в газовой пламенной печи установлено, что однородность расплавов достигается при температуре 1400 °С. Расплав на основе базальта Марнеульского месторождения характеризуется лучшей текучестью, т.е. имеет более низкую вязкость.

Кристаллизационная способность базальтовых стекол определена по результатам термообработки в градиентной электропечи. Они характеризуются высокой склонностью к кристаллизации, что проявляется широким температурным интервалом объемной кристаллизации. Для стекол на основе андезитобазальта Подгорненского

месторождения верхняя температура кристаллизации составляет 1300 °С, на основе базальта Марнеульского месторождения – 1260 °С.

По результатам исследования технологических свойств андезитобазальта Подгорненского месторождения и базальта Марнеульского месторождения установлено, что при формовании базальтового непрерывного волокна температура выработки расплава на основе базальта Марнеульского месторождения может составлять 1300 °С. Температура выработки непрерывного волокна на основе базальта Подгорненского месторождения существенно выше – порядка 1350 °С.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКИ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ КАТАЛИЗАТОРА МИНЕРАЛОВОЛОКНИСТОГО КАТАЛИЗАТОРА

Попович А.Н., Климаш А.А. к.т.н., Соловьёв Г.И. к.т.н., Суворин А.В. д.т.н., проф.

Восточноукраинский национальный университет им. В.Даля

С целью определения фактической рабочей поверхности синтезированного нами катализатора[1], предварительно, были проведены экспериментальные исследования активности катализатора, определены области протекания реакции, определена температура раздела областей протекания реакции. С помощью математического моделирования определены температура разогрева поверхности катализатора, концентрации топлива на поверхности катализатора и гидродинамические показатели протекания реакции в реакторе идеального вытеснения. Для выполнения этих расчетов была использована двухфазная математическая модель полного окисления метана на катализаторе. Описание модели представлено в работе [2]. Для определения гидродинамических показателей и коэффициента массопередачи использовались уравнения, представленные в работе [3]. Эти критериальные уравнения соответствуют условиям проведения эксперимента.

Полученные данные представлены на рисунке 1.

Граничной точкой раздела областей протекания является точка, соответствующая разнице температур разогрева скелета катализатора и смеси в 50 °С.

Как видно из графика при такой разнице степень превращения метана составила 45%, поверхность катализатора нагрелась до 575°C, температура смеси отработанных газов повысилась до 525°C. При большей разнице температур не учитывать влияние массообменных и теплообменных процессов на скорость процесса окисления метана не корректно.

Используя данные изменения концентрации метана на поверхности катализатора, было выведено микрокинетическое уравнение скорости окисления с учетом температуры разогрева катализатора.

$$r = A \cdot e^{\frac{-E_a}{R \cdot \Theta_{\text{кат}}}} \cdot C_{\text{CH}_4 \text{кат}} = 3,96 \cdot 10^8 \cdot e^{\frac{-93016}{R \cdot \Theta_{\text{кат}}}} \cdot C_{\text{CH}_4 \text{кат}} \quad (1)$$

Для температуры смеси отработанных газов, при которой наблюдается тождественное равенство химической и массообменной скоростей реакции были определены теплофизические свойства смеси газов и гидродинамические показатели протекания реакции окисления метана. Плотность смеси – $\rho=0,43 \text{ кг/м}^3$; кинематическая вязкость – $\nu=0,0000847 \text{ м}^2/\text{с}$; коэффициент диффузии метана в смеси газов – $D=0,0001884 \text{ м}^2/\text{с}$; коэффициент массоотдачи – $\beta=0,88 \text{ м/с}$; число Прандтля – $Pr=0,731$; критерий Рейнольдса – $Re=10,3$; критерий Шервуда – $Sh=1,54$; критерий Шмидта – $Sc=0,45$.

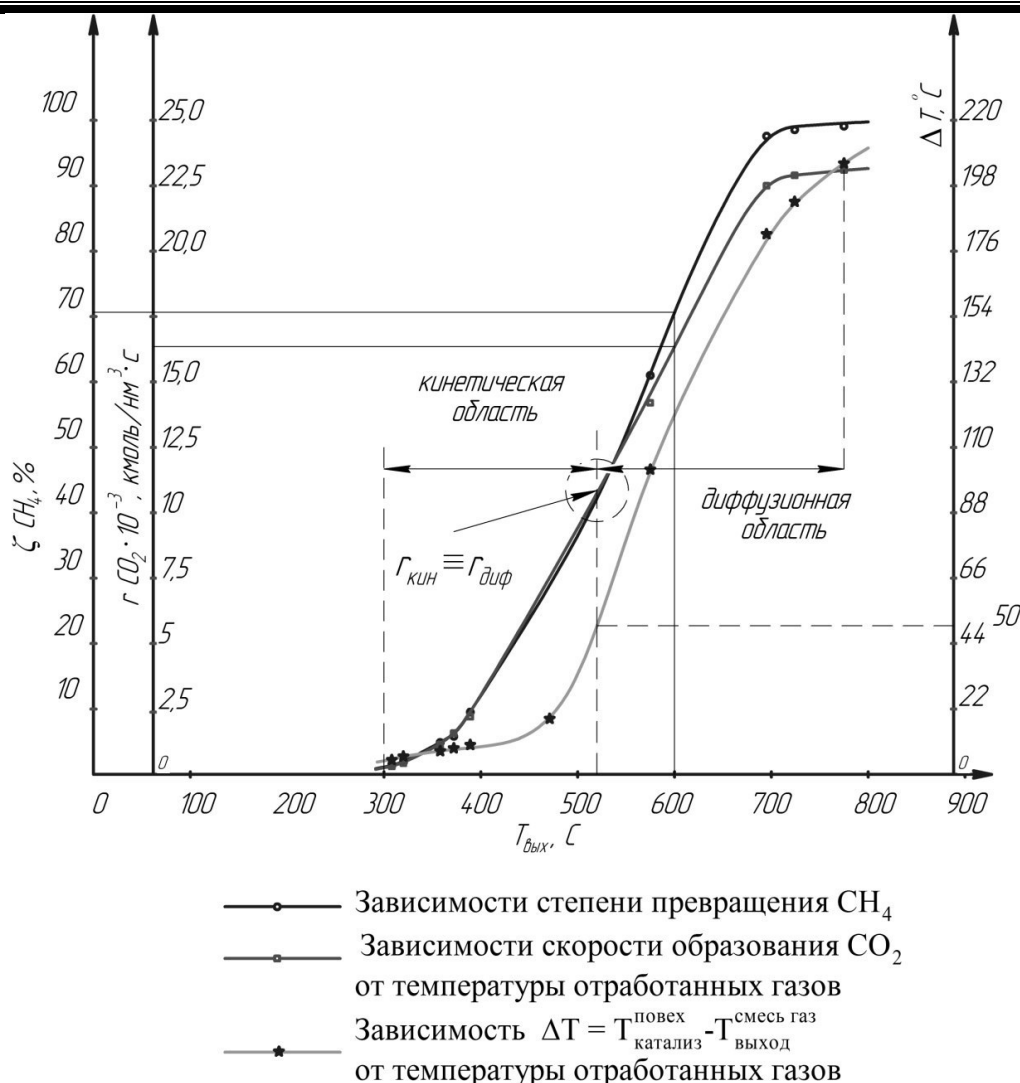


Рис. 1 – Области протекания окисления метана на экспериментальном катализаторе

Используя тождественное равенство $r_{\text{кин}} \equiv r_{\text{диф}}$ была вычислена фактическая рабочая поверхность катализатора.

$$S_{\text{раб}} = \frac{r_{\text{кин}}}{\beta_{\text{CH}_4} \cdot (C_{\text{CH}_4}^{\text{газ}} - C_{\text{CH}_4}^{\text{кат}})} = \frac{3,96 \cdot 10^8 \cdot e^{\frac{-93016}{R \cdot \Theta_{\text{кат}}}} \cdot C_{\text{CH}_4 \text{кат}}}{\beta_{\text{CH}_4} \cdot (C_{\text{CH}_4}^{\text{газ}} - C_{\text{CH}_4}^{\text{кат}})} \quad (2)$$

В результате расчета вычислена фактическая рабочая поверхность катализатора составила, $S_{\text{раб}} = 7455 \text{ м}^2/\text{м}^3$. При этом расчетная удельная поверхность составляет $20000 \text{ м}^2/\text{м}^3$.

1. Попович А.Н. Исследование активности минеральноволокнистого катализатора в реакции глубокого окисления метана / А.Н. Попович, Г.И. Соловьев, А.В. Суворин // Матеріали XIX міжнародної науково-технічної конференції «Технологія – 2016», - Сєвєродонецьк. – 2016. С 92-94

2. Попович А.Н. Применение принципов математического моделирования для изготовления каталитически- стабилизированных горелок / А.Н. Попович, Климаш А.А., Соловьев Г.И., Орлик В.Н., Суворин А.В. // Сборник научных трудов SWorld. – 2014. - №3/36 том 6 – С. 37-40

3 Климаш А. А. Изучение кинетики гетерогенно-каталитического окисления метана на палладиевых металлофольговых катализаторах / А. А. Климаш, Г. И. Соловьёв, О. Ф.

Часнык // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – №2/6 (62) – С. 42-45

4. Арутюнов В.С., Крылов О.В. Окислительные превращения метана / В.С. Арутюнов, О.В. Крылов. – М.: Наука, 1998. – 361 с.

5. Белоусов В.Н., Смородин С.Н., Смирнова О.С. Топливо и теория горения. Ч.II. Теория горения: учебное пособие / В.Н. Белоусов, С.Н. Смородин, О.С. Смирнова. – СПб.: СПбТУРП, 2011. – 139 с.

ИЗНОСОСТОЙКИЕ ОГНЕЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ФУТЕРОВКИ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ

Мухлядо В.И., студент, Варфоломеев В.С., студент

Науч. руководители ст. науч. сотр., к.т.н. Баранцева С.Е., ст. препод., к.т.н. Попов Р.Ю.

УО «Белорусский государственный технологический университет»

Тепловые агрегаты, широко используемые в промышленности строительных материалов, металлургии, подвержены существенному тепловому и механическому воздействию. Особенно такое воздействие характерно для печей периодического действия, в которых внутренняя конструкция, выполненная из керамики, способна разрушаться вследствие термического удара. Разрушение внутренней поверхности характерно и для вращающихся печей, в особенности при производстве керамзита или цементного клинкера. Остановка тепловых агрегатов на длительный ремонт с последующим выводением их на рабочий режим приводит к существенным затратам.

Использование современных способов защиты позволяет продлить срок их эксплуатации, снизить издержки предприятий. Одним из таких является метод самораспространяющегося синтеза (СВС), суть которого заключается в самопроизвольном протекании процесса синтеза, сопровождающегося интенсивным выделением тепловой энергии за счет активного окисления металлической составляющей шихты (порошка металлического алюминия, магния и т.д.) при кратковременном тепловом или электрическом воздействии.

Достоинство технологии СВС заложено в самом принципе – использование выделяющегося тепла химических реакций вместо нагрева вещества от внешнего источника, кроме того, характерной особенностью является то, что в результате процесса практически отсутствует газовыделение, и образуются полностью конденсированные продукты. Следует отметить, что в процессе синтеза наблюдается эффект самоочистки композиции – термодесорбция летучих примесей при высоких температурах, поэтому получающиеся продукты могут быть чище, чем исходные реагенты. Основным недостатком указанного метода является сложность управления процессами, протекающими при волнообразном распространении волны горения, однако, на сегодняшний день, описанный метод становится достаточно популярным, в особенности при получении защитных покрытий. Основные физические параметры процесса синтеза различных типов порошков находятся в следующих пределах: максимальная температура в волне синтеза имеет наибольшее значение для литых порошков 3000 – 5000 °С и наименьшая ≈ 1500 °С; скорость распространения волны синтеза (горения) составляет 0,02 до 10 см/с [1–3]. Известные футеровочные смеси komponуются, как правило, из соображений схожести химического состава смеси и базового огнеупора. Это способствует совместимости и адгезионному сцеплению наносимого футеровочного материала и базового на который он наносится. Однако, даже при такой химической совместимости могут возникнуть проблемы с обеспечением адгезионного сцепления футеровочной или ремонтной смеси с основой, особенно в тех случаях, когда необходимо обеспечить надежное адгезионное сцепление в течение продолжительного периода эксплуатации в условиях высокотемпературных воздействий статического или

динамического (в том числе циклического) характера. Часто, под воздействием указанных факторов происходит отслоение футеровки, ее выкрашивание или образование раковин и прогаров, что сокращает ресурс эксплуатации высокотемпературного теплового агрегата. В тоже время, применение составов, близких к химическому составу футеровки, не всегда позволяют достигнуть высокой износостойкости покрытий, что приводит к необходимости балансировать между вышеуказанными показателями покрытий.

В качестве исходного сырья для получения огнезащитного состава использовались следующие сырьевые компоненты: алюминиевая пудра марки ПАП-1 или ПАП-2 (ГОСТ 5494–95), оксид кремния в виде кварцевого песка Гомельского ГОКа марки С-070-2 (ГОСТ 22551–77), оксид железа (III), каолин месторождения «Дедовка» природный, глина «Лукомль» и натрий кремнефтористый (ГОСТ 87 – 77), электрокорунд (ГОСТ 28818 – 90), волластонит, отходы глазурей (образующиеся на ОАО «Керамин»).

Важной составляющей массы является кремнефтористый натрий – являющийся активным компонентом смеси, обеспечивающий интенсивное формирование стекловидной фазы совместно с другими компонентами шихты (оксидом железа, волластонитом, отходом глазурей). Отмечается, что введение последних способствует не только спеканию покрытия, но и насыщению материала ZrO_2 , который может обеспечивать кристаллизацию полезных для прочностных свойств фаз, например, муллита.

Предварительно подготовленные исходные компоненты смешивались, полученный порошок увлажнялся жидким стеклом с водой и тщательно перемешивался до образования однородной пастообразной массы. Полученную пасту наносили на поверхность алюмосиликатного огнеупора с помощью кисти толщиной 1,0 – 1,5 мм. Образцы высушивались в естественных условиях, после чего обжигались в интервале температур 900 – 1100 °С. Образцы оптимального состава обладали следующими показателями свойств: твердость по шкале Мооса – 8,0 – 8,5; прочность при сжатии – 70–72 МПа; водопоглощение – 20 – 24 %; открытая пористость – 30–35 %; ТКЛР – $(5,4 – 6,1) \cdot 10^{-6} K^{-1}$. Данные рентгенофазового анализа свидетельствуют о том, что минеральный состав покрытия представлен следующими кристаллическими фазами: корунд, α -кварц, периклаз, муллит.

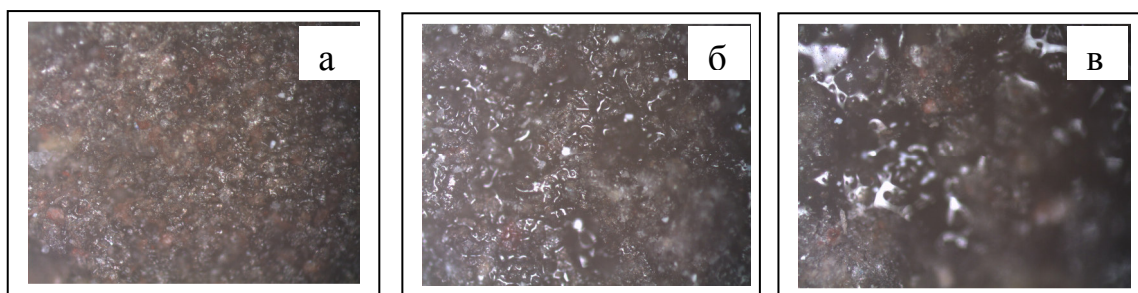


Рисунок – Результаты оптической микроскопии образцов покрытий, обожженных при: а – 900 °С; б – 1000 °С; в – 1100 °С ($\times 100$)

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о достаточно приемлемых показателях эксплуатационных свойств синтезированного покрытия, полученного методом самораспространяющегося синтеза, высокой технологичности его получения, что в итоге позволит существенным образом сократить период ремонта тепловых агрегатов и продлить срок их службы.

Литература

1. Столин А.М. Введение в СВС / А.М. Столин. – Москва: Химия, 1994. – 36 с.

2. Петюшик Е.Е. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез / Е.Е. Петюшин, В.Е. Романенков, С.М. Ушеренко. – Минск: МИПК при БГПА, 2000. – 66 с.
3. Способ горячего ремонта огнеупорной футеровки тепловых агрегатов методом керамической наплавки и керамическая наплавленная масса: пат. 2239758 Рос. Федерации, МПК7 F 27 D 1/16, C 04 B 35/65 / Н.П. Щепетьева; заявитель г. Дзержинский. – № 2003116833/02; заявл. 05.06.03; опубл. 10.11.04 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru>. – Дата доступа: 08.06.2014.

КЕРАМИЧЕСКИЕ МАССЫ ДЛЯ САНИТАРНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАОЛИНИТ-ПИРОФИЛЛИТОВОГО СЫРЬЯ

Ничипор В. Н., Позняк А. И.

УО «Белорусский государственный технологический университет» (г. Минск)

Целью работы является разработка составов масс для производства санитарных керамических изделий с использованием каолинит-пирофиллитового сырья взамен каолинов.

Каолинит-пирофиллитовые породы выявлены на юге Беларуси в Лельчицком районе Гомельской области, расположенной между реками Уборть и Словечно. Глубина залегания колеблется в пределах от 56 до 307 м. Продуктивная пачка породы мощностью до 40 м представлена переслаиванием глин белых, светло-серых, с кремовым или розоватым оттенком, иногда мыльных на ощупь, тонкодисперсных, каолинитового состава, с прослоями алевролита, разнотермического песка и некрепких песчаников светло-серого, розовато-серого цвета, преимущественно кварцевого состава.

По минеральному составу пирофиллит ассоциирует с кварцем и каолинитом в различных соотношениях, присутствуют гидрослюда (микроскопически практически не отличается от пирофиллита), полевые шпаты, гематит, пирит, окисленный растительный детрит, акцессорные минералы, часто встречаются обломки оцвученных кварцитов. Каолинит является основным минералом вмещающих пирофиллитовую минерализацию глинистых отложений. Примесь кварца присутствует постоянно, количество его варьирует от 10 до 50%.

При нагревании породы наблюдается глубокий эндотермический эффект в интервале температур 493,7–683,5 °С, обусловленный удалением воды из кристаллических решеток каолинита (первый эффект с минимумом при 574,0 °С) и пирофиллита (второй эффект с минимумом при 683,5 °С). Кристаллизация муллита из каолинита происходит при более низкой температуре 962,1 °С по сравнению с таковой из пирофиллита. Дальнейшее повышение температуры сопровождается термическим эффектом при 1197,1°С, отвечающим кристаллизации муллита из продуктов разложения пирофиллита.

С целью изучения возможности использования каолинит-пирофиллитового сырья взамен каолина разработаны составы сырьевых композиций, представленные на рисунке 1.

При изготовлении опытных образцов глины предварительно проходили измельчение и ситовое обогащение на сите № 1. Взвешивание исходных сырьевых компонентов производилось в расчете на 300 г шихты. Приготовление керамической массы осуществлялось мокрым помолем сырьевой смеси в микрошаровой мельнице марки SPEEDY–1 (Италия) до остатка на сите с сеткой № 0063 – 1–2 %. Для оптимизации реологических характеристик шликера в состав массы вводились электролиты (УЩР, кальцинированная сода, жидкое стекло) в количестве 0,8 % соответственно. Образцы для дальнейших исследований формовались методом

шликерного лиття. Лиття образцов осуществлялось в гипсовые формы, затем образцы подвяливались, извлекались из формы и оправлялся вручную. Сушка изделий проводилась в естественных условиях до влажности не более 2 %. Затем образцы подвергались обжигу в лабораторной электрической печи фирмы СНОЛ (Литва) при температурах 1200 и 1220 °С.

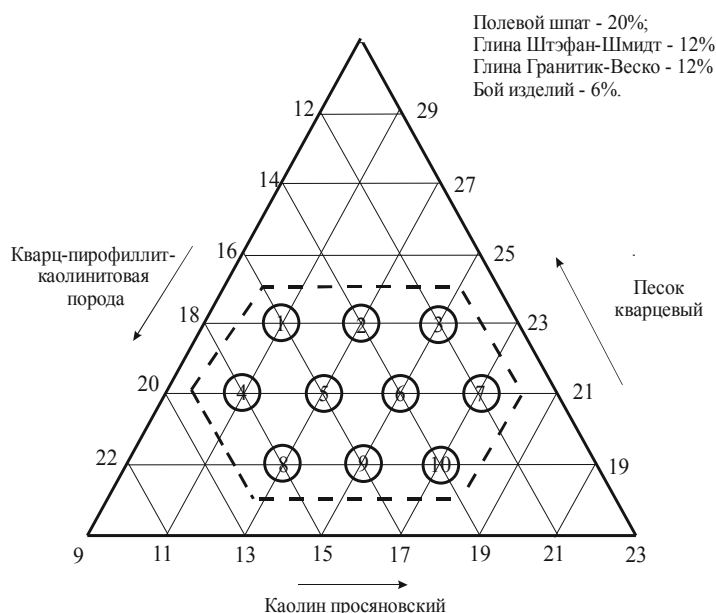


Рисунок 1 – Область исследованных составов

Результаты определения комплекса физико-химических свойств образцов санитарных керамических изделий позволили установить некоторые зависимости. Выявлено, что значения водопоглощения образцов незначительно возрастают с увеличением содержания каолинит-пиррофиллитовой породы, введенный взамен каолина. Вышеуказанное, вероятно, связано с присутствием кварца в составе породы. Суммарное содержание кварца снижает спекаемость массы, что приводит к повышению водопоглощения синтезированных образцов. С повышением температуры обжига значения водопоглощения существенно снижаются. Отмечается также снижение показателей механической прочности при сжатии образцов при постепенной замене каолина каолинит-пиррофиллитовой породой. Вышеуказанное связано как со снижением спекания керамических масс, что повышает пористость образцов, так и с фазовым составом образцов. Вероятно, при введении породы не обеспечивается требуемый состав расплава, что приводит к уменьшению количества муллита, который выкристаллизовывается из расплава и служит армирующим компонентом в структуре черепка.

Фазовый состав образцов идентичен для составов всей исследованной области и представлен α -кварцем (α - SiO_2), анортитом ($\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) и муллитом ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$). Кроме того, на дифрактограммах отмечается присутствие поля гало, что свидетельствует о достаточно большом содержании стекловидной фазы, что является закономерным при содержании в качестве флюсующих компонентов полевых шпатов при одновременно высокой температуре обжига изделий. Стекловидная фаза равномерно распределяется по объему материала, уменьшая его пористость и прочно связывая кристаллические образования. Наибольшая интенсивность дифракционных максимумов принадлежит α -кварцу. Его присутствие является очевидным, поскольку в составах керамических масс используется кварцевый песок, кроме того, он вносится с каолинит-пиррофиллитовой породой. Следует отметить, что анортит и муллит способствуют повышению прочностных характеристик синтезированных материалов, что связано с призматическим и

игольчатым габитусом кристаллов соответственно. Микроструктура образцов, исследованная методами оптической и электронной микроскопии, гетерофазна и однородна. Черепок образцов достаточно светлый, просматривается наличие железистых включений, которые достаточно равномерно распределены в образце, при этом размер включений небольшой.

Таким образом, проведенные комплексные исследования позволили установить возможность использования в составах масс каолинит-пирофиллитовой породы в количестве до 16 мас.% взамен каолина при сохранении высоких показателей физико-химических и декоративно-эстетических характеристик. Введение вышеуказанной породы позволит снизить себестоимость готовых изделий за счет уменьшения количества импортного каолина украинских месторождений в составе массы.

ПОЛУЧЕНИЕ ЯЧЕИСТЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ, УТРАТИВШИХ СВОИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Богдан Е.О. к.т.н., Сергиевич О.А. научн. сотр., Неверова Т.Н., Катков И.С.
Научные руководители доц., к.т.н. Дятлова Е.М., ст. препод., к.т.н. Попов Р.Ю.

УО «Белорусский государственный технологический университет»

Согласно данным НИИ ПБ и ЧС МЧС РБ ежегодное количество пенообразователей, отслуживших свой срок эксплуатации, составляет порядка 70–100 т. Как правило, пенообразователей с биоразлагаемостью менее 80 % подлежат сжиганию в специальных печах химической промышленности или захоронению на полигонах химических отходов. Биологически «мягкие» отходы с биоразлагаемостью более 80 % допускается сбрасывать в производственные сточные воды при разбавлении водой до требуемых значений ПДК_{пав}, составляющих 20 мг/л, что создает опосредованную опасность для человека и окружающей среды. Установлено, что неустойчивые в течение установленного срока годности пенообразователи для пожаротушения, сохраняют вполне приемлемые показатели свойств, образуют устойчивые пены и могут использоваться для получения пористой керамики.

Для получения керамических изделий с высокой пористостью (до 85 %) и равномерной ячеистой структурой целесообразно использовать шликерную технологию с применением пенообразователей. В качестве последних традиционно применяют поверхностно-активные продукты нефтепереработки и нефтехимического синтеза, а также природные органические вещества, способные образовывать устойчивые пены. Однако эту функцию могут выполнять и пенообразователи для пожаротушения с истекшим сроком годности, несоответствующие по показателям качества требованиям ТНПА.

Для создания ячеистой структуры материала использовались пенообразователи с истекшим сроком «Барьер-пленкообразующий», применяемого при тушении пожаров горючих жидкостей. Указанный отход представляет собой водный раствор поверхностно-активных веществ (ПАВ), который используется для получения воздушно-механической пены. Основные свойства пенообразователя и пены, полученной диспергационным методом на приборе Росс–Майлса по стандартной методике при температуре 20 ± 2 °С, представлены в таблице 1.

В качестве сырьевой композиции использовали алюмосиликатный шамот (бой огнеупоров) в количестве 60–80 % (Здесь и далее по тексту приведено массовое содержание компонентов, мас. %), огнеупорную глину «Керамик-Веско» 10 %, и обогащенный каолин «Дедовка» 10–30 % или тугоплавкую глину месторождения «Городное», которые смешивались в указанных соотношениях, затем добавлялась вода до влажности шликера 40–50 %. Отдельно готовилась пена методом

диспергирования пенообразователя в лабораторной мешалке, после чего вводилась в шликер. Дополнительно в полученную суспензию добавляли мездровый клей в количестве 20 % для стабилизации пеномассы, а также гипсовое вяжущее марки Г-5 в количестве 10–20 %, которое за счет активного поглощения влаги способствовало упрочнению отливок и ускорению процесса сушки полуфабриката.

Таблица 1 – Основные свойства пенообразователя и полученной пены при температуре 293 К

Наименование свойства	Значение
Поверхностное натяжение раствора ПАВ, мДж/м ²	22–25
Водородный показатель	10,8–11,0
Плотность раствора ПАВ, кг/м ³	1040–1070
Пенное число, мм	180–183
Кратность пены	9–10
Устойчивость пены, %	88–90
Скорость разрушения пены (в течение 5 мин), %/мин	2,5–3,0
Плотность пены, кг/м ³	240–260

Формование осуществлялось методом литья приготовленного шликера в специальные формы. После подвялки изделий до остаточной влажности 17 % производилась сушка в электрическом сушильном шкафу при температуре 100–110 °С до влажности 1,5–2,0 %. Обжиг изделий осуществляется в электрической печи в интервале температур 1200–1300 °С с выдержкой при максимальной температуре 1 ч. Полученные образцы материалов характеризовались следующими физико-техническими свойствами: кажущаяся плотность 470–920 кг/м³, пористость 65 – 80 %, прочность при сжатии 0,35 – 2,50 МПа, теплопроводность 0,25 – 0,68 Вт/(м·К). Данные, полученные с помощью рентгенофазового анализа, позволили установить, что минеральный состав представлен преимущественно муллитом ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), кварцем ($\alpha\text{-SiO}_2$) и кристобалитом (SiO_2).

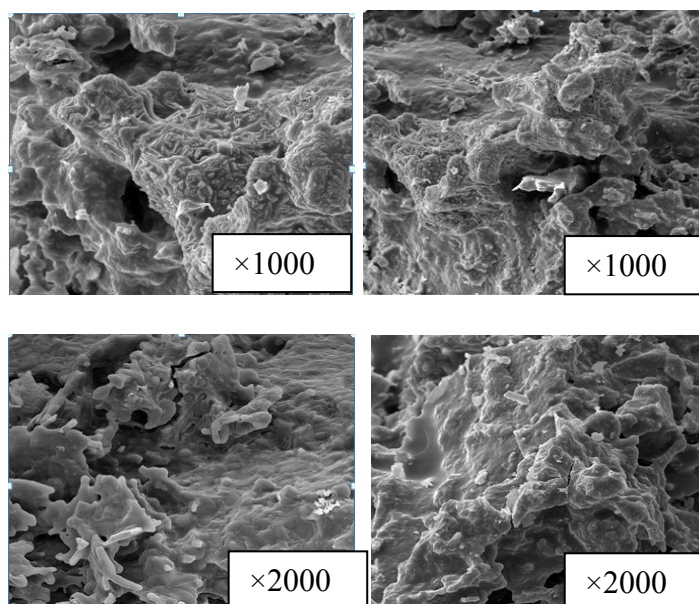


Рисунок 1 – Фотографии поверхности излома образца, обожженного при температуре 1200 °С

Анализ результатов электронно-сканирующей микроскопии показывает, что материал обладает значительной пористостью, равномерно распределенные по объему материала поры в основном сферической формы характеризуются средним размером около 750 мкм. С увеличением температуры обжига материала от 1200 до 1300°C наблюдается аморфизация и уплотнение поверхности керамики.

Проведенные исследования показали целесообразность применения обогащенного каолинового сырья Беларуси и утилизируемого пенообразователя «Барьер-пленко-образующий» для получения ячеистых теплоизоляционных керамических материалов, что позволит расширить сырьевую базу керамической отрасли, а также ассортимент выпускаемой продукции, решить проблему утилизации пенообразователей с истекшим сроком годности.

ОЧИСТКА РОЗЧИНІВ КАЛЬЦІЙ НІТРАТУ ВІД ЗАЛІЗА

Канарова К.І., Бегич А. гр. ОХП-13д

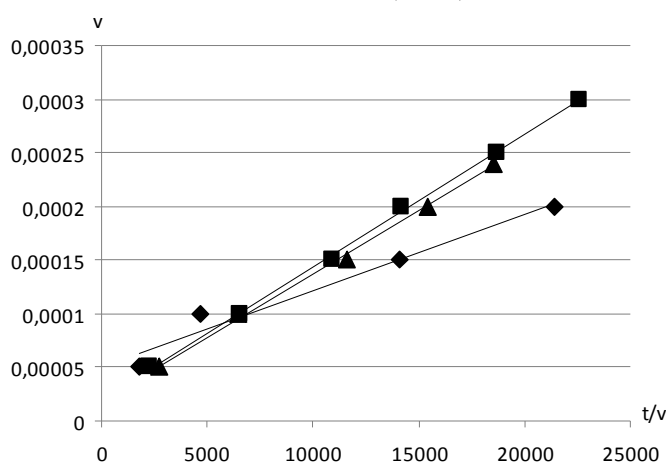
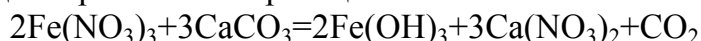
Науковий керівник к.т.н., доцент Корчуганова Е.Н.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Левая часть промышленной воды используется в системах оборотного водоснабжения. Вода для таких потреб должна очищаться от солей жесткости. В основе реагентного пом'якшення води лежить обробка її речовинами, які зв'язують іони Ca^{2+} Mg^{2+} у воді. Один з найбільш дешевих реагентів – вапно, для пом'якшення води з високою карбонатною і невисокою некарбонатною жорсткістю проводять вапнування води з одночасною коагуляцією. Під час проведення вапнування води утворюється велика кількість відходів водоочистки – шламу, який скидається до шламонакопичувачів. На сьогоднішній день шлам, що утворюється при експлуатації водопідготовчих установок – це серйозна проблема: скидати шлам у каналізацію проблематично, у водойму – не припустимо, широкого використання у господарстві він не знаходить, а при зберіганні у відвалах шлам створює проблему екологічного та економічного характеру.

До складу шламів переважно входять карбонат кальцію, гідроксиди магнію, гідроксиди заліза, карбонати магнію, а також сполуки алюмінію.

В ході експериментальних досліджень відходи водопідготовки місцевих підприємств – «Азот», «Лінік» та ТЕЦ розчинили у нітратній кислоті та провели осадження заліза кальцій карбонатом за реакцією:



◆ АЗОТ
 $y = 7\text{E-}09x + 5\text{E-}05$
 $R^2 = 0,9646$

■ ЛІНІК
 $y = 1\text{E-}08x + 2\text{E-}05$
 $R^2 = 0,9989$

▲ ТЕЦ
 $y = 1\text{E-}08x + 2\text{E-}05$
 $R^2 = 0,9972$

Отримані суспензії відфільтрували та визначали фільтраційні характеристики з метою подальшого розрахунку промислового фільтру. Було проведено дослідження процесу фільтрації під постійним тиском. На основі дослідів було отримано графік фільтрації розчинів кальцій нітрату, одержаних з різних відходів.

За значеннями констант фільтрації було розраховано питомі опори осадів, що виявились майже однаковими.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ЗАКИСЛЯЮЩИХ ПРИМЕСЕЙ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ НАД ТЕРРИТОРИЕЙ БЕЛОРУССКО-УКРАИНСКОГО РЕГИОНА НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Норко А.В.^{1,2}, Залыгина О.С. к.т.н., доц.¹, Метельская Н.С. к. ф.-м. н.²,
Кабашников В.П. д. ф.-м. н., доц.²

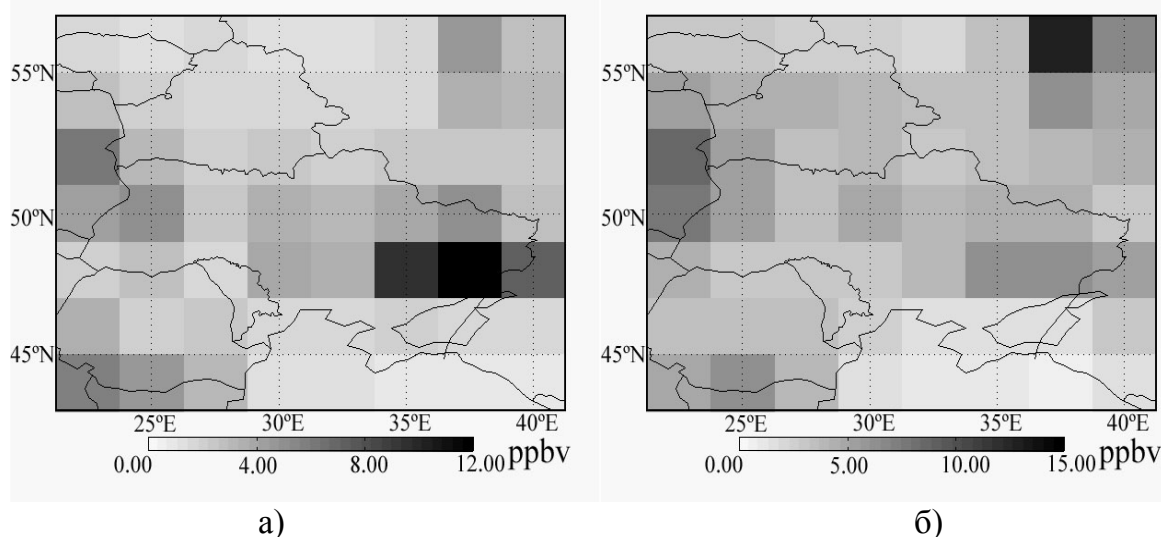
¹Белорусский государственный технологический университет

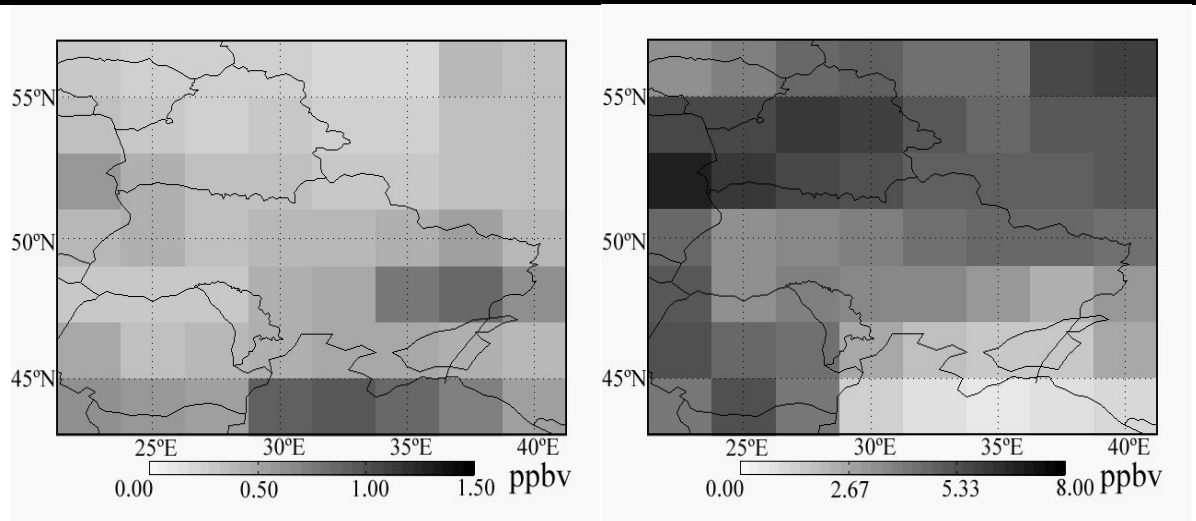
²Институт физики НАН Беларуси

Цель настоящей работы состоит в оценке распределения содержания закисляющих примесей и их прекурсоров в приземном слое атмосферы над территорией Белорусско-Украинского региона за первый квартал 2016 года с использованием трёхмерной модели GEOS-Chem [1, 2].

Кислотные дожди являются глобальной проблемой современности. Выпадения осадков с пониженным pH оказывают неблагоприятное воздействие на водные и наземные экосистемы, флору и фауну, здоровье людей, способствуют разрушению зданий и конструкций. Основной вклад в кислотные выпадения вносят серо- и азотсодержащие соединения. Присутствующие в атмосферном воздухе диоксиды серы и азота претерпевают ряд химических превращений и образуют сульфаты и нитраты, которые выводятся из атмосферы в виде кислотных дождей. Наряду с этим диоксид азота участвует в фотохимических процессах образования приземного озона, являющегося вторичным загрязнителем атмосферы, и фотохимического смога, содержащего химически опасные вещества. Закисляющие примеси и их прекурсоры являются приоритетными загрязнителями атмосферы.

Оценка содержания примесей в атмосфере проведена с помощью глобальной химико-транспортной модели GEOS-Chem. В предыдущей работе расчёты содержания примесей в атмосфере были проведены по модели GEOS-Chem для горизонтальной сетки $4^\circ \times 5^\circ$, в настоящей работе – для сетки с разрешением $2^\circ \times 2.5^\circ$. Использование такого разрешения позволяет более детально оценить распределение содержания примесей над территорией Белорусско-Украинского региона. Расчёты проведены за первый квартал 2016 года. На основе расчётов построены карты среднемесячного содержания закисляющих примесей и их прекурсоров (диоксида серы, диоксида азота, сульфатов и нитратов) в приземном слое атмосферы над территорией Белорусско-Украинского региона за январь, февраль и март 2016 года. Карты пространственно-временного распределения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе представлены на рисунках 1–3.



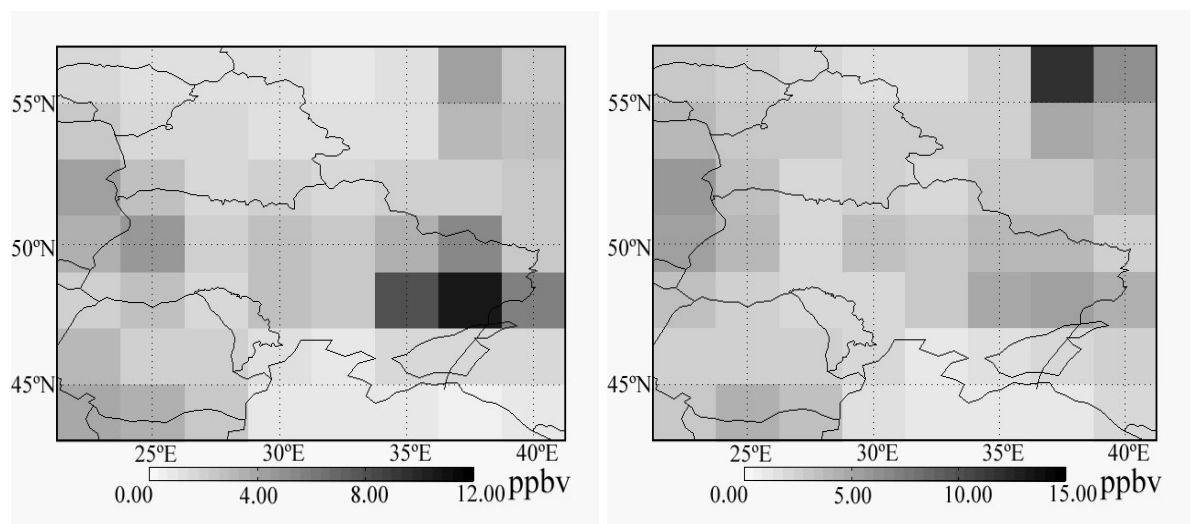


в)

г)

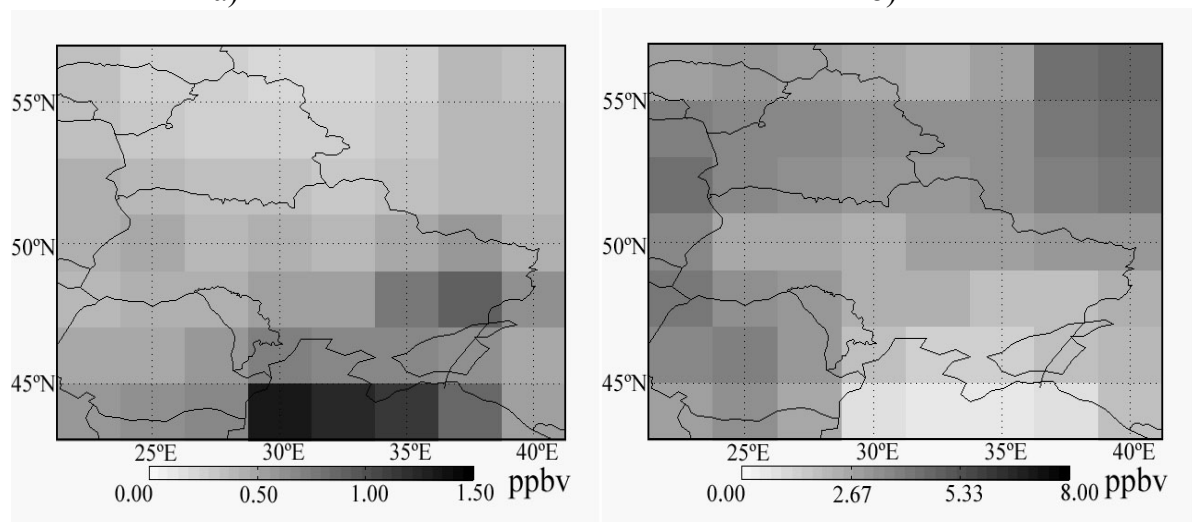
а) диоксид серы; б) диоксид азота; в) сульфаты; г) нитраты

Рисунок 1 – Карты содержания (ppbv) закисляющих примесей в приземном слое атмосферы над территорией Белорусско-Украинского региона за январь 2016 года



а)

б)

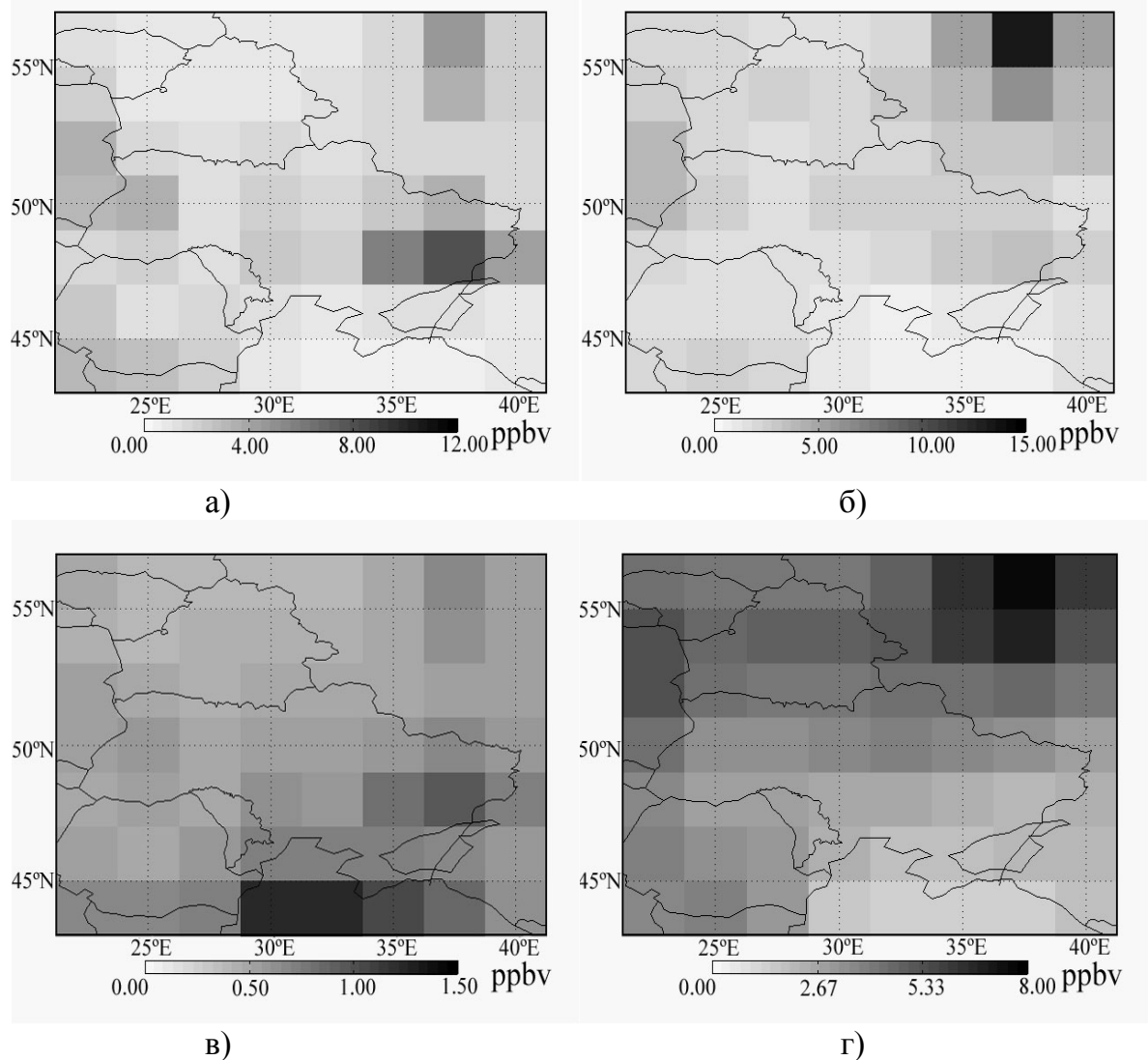


в)

г)

а) диоксид серы; б) диоксид азота; в) сульфаты; г) нитраты

Рисунок 2 – Карты содержания (ppbv) закисляющих примесей в приземном слое атмосферы над территорией Белорусско-Украинского региона за февраль 2016 года



а) диоксид серы; б) диоксид азота; в) сульфаты; г) нитраты

Рисунок 3 – Карты содержания (ppbv) закисляющих примесей в приземном слое атмосферы над территорией Белорусско-Украинского региона за март 2016 года

Как видно из рисунков 1–3, содержание диоксида серы заметно (в пределах 3–4 раз) меняется в пределах Белорусско-Украинского региона, уменьшаясь от января к марту. Содержание диоксида азота по территории региона также заметно (в пределах 3 раз) меняется, уменьшаясь от января к марту. Диоксид серы и диоксид азота поступают в атмосферный воздух, в основном, из приземных источников. Уменьшение их содержания от января к марту скорее всего связано с увеличением высоты атмосферного слоя перемешивания. Содержание сульфатов в пределах рассматриваемой территории меняется в пределах 1–1,5 раза, увеличиваясь от января к марту. Содержание нитратов заметно (в пределах 2 раз) меняется по территории Белорусско-Украинского региона и меняется от месяца к месяцу в пределах 1,5–2 раз.

Литература

1 Global modeling of tropospheric chemistry with assimilated meteorology: Model description and evaluation / I. Bey [et al.] // J.Geophys.Res. – 2001. – V.106. – P. 23073–23096.

2 GEOS-Chem Model [Electronic resource]. – Mode of access: <http://acmg.seas.harvard.edu/geos>.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ В УКРАИНЕ И СТРАНАХ ЕС

Мажула Ю.В., Кошара Е.П., Мохонько В.И., доц., к. геол. н., доц.

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

Целью проводимых исследований является изучение систем обращения с твердыми бытовыми отходами в развитых странах ЕС и Украине. Проблема обращения с твердыми бытовыми отходами является одной из ключевых в экологическом законодательстве любой страны, в том числе и Украины. Ежегодно примерно 6 тыс. украинских полигонов ТБО «прирастают» на 10-12 млн т мусора (рис. 1).

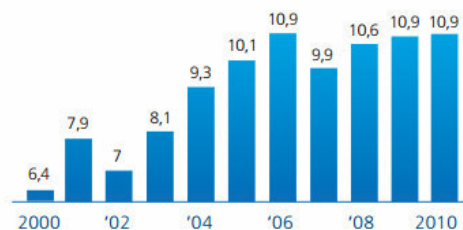


Рис.1 Динамика образования ТБО в Украине, млн т.

Не менее критичной является ситуация с бытовыми отходами в Луганской области. По данным министерства жилищно-коммунального хозяйства из 20 тысяч несанкционированных свалок, имеющих в Украине, около тысячи приходится на Луганскую область. Отсутствие заводов по переработке и утилизации бытовых отходов, недостаточное количество полигонов, оборудованных в соответствии с требованиями экологического законодательства наряду с сохранением достаточно высокой плотности населения и высокой концентрацией промышленного и сельскохозяйственного производства создает угрозу безопасности для населения и дополнительную антропогенную нагрузку на ландшафты области.

В структуре бытовых отходов так называемые хвосты, или неперерабатываемые отходы составляют около 30%, 35% приходится на вторичное сырье, 35% составляют биоразлагаемые отходы. Отсутствие в Украине на уровне государства стратегии обращения с отходами и видения отходов как материальных или энергетических ресурсов приводит к тому, что более 90% ТБО направляется на полигоны и несанкционированные свалки. Сохранение подобной тенденции с учетом закрытия и рекультивации переполненных (5–7% от общего количества санкционированных свалок) и экологически небезопасных полигонов (16%) уже в ближайшем будущем приведет к ухудшению экологической ситуации и потребует выделения новых земельных участков под полигоны.

В странах ЕС ежегодно в среднем во вторичные материалы перерабатывается 61 млн т ТБО, что превышает годовой объем образования отходов в Украине более чем в четыре раза. При этом уровень переработки в различных странах ЕС значительно различается: от практически полного отсутствия переработки в странах – новых членах ЕС до почти 100-процентной переработки (рис. 2).

В странах ЕС приоритет в рамках решения общей задачи достижения высокого уровня переработки отдается способам, сводящим к минимуму чистые потери материалов и энергии. Показателен опыт развития системы обращения с ТБО в Бельгии, которая является одной из передовых стран по развитию системы обращения с отходами. По состоянию на 2009 г. на долю захоронения в стране приходилось менее 4% отходов, почти 40% отправлялось на переработку сполучением вторичных

материалов, 23% и 34% — на компостирование и сжигание соответственно. К настоящему моменту доля ТБО, отправляемых на сжигание, еще более сократилась.



Рис.2 Уровень переработки ТБО в отдельных странах Европы в 2010 г.

В Луганской области в большинстве городов действует планово-подворная система сбора бытовых отходов. Например, в г. Северодонецке часть домов оборудованы мусоропроводами, а в кварталах, где жилищные дома не оборудованы мусоропроводами, установлены контейнеры. Вывоз бытового мусора осуществляет КП «Северодонецккоммунтранс», на балансе которого на сегодня - 30 единиц автотранспорта, в том числе 12 специализированных машин. Вывоз твердых бытовых отходов (ТБО), осуществляется на городской полигон, который расположен на расстоянии 4 км от города. Его ресурс исчерпан на 80%.

В области практически решен вопрос централизованного сбора с дальнейшей передачей на утилизацию таких видов отходов, как отработанные люминесцентные лампы, отходы стекла, полиэтилена, бумаги. По сравнению с 2005 г. увеличились объемы утилизации текстильных материалов на 54%, стеклобоя – на 100%.

Основным нормативным документом, регулирующим обращение отходов, является Закон Украины «Об отходах» от 5.03.1998 г., который определяет правовые, организационные и экономические принципы деятельности, связанной с предотвращением или уменьшением объемов образования отходов, их сбором, перевозкой, хранением, сортировкой, обработкой, утилизацией и удалением, обезвреживанием и захоронением, а также с предотвращением негативного влияния отходов на окружающую среду и здоровье человека. Этот закон в большей степени применим к промышленным отходам, и требует детализации ряда понятий, относящихся к сфере твердых бытовых отходов.

Чтобы достичь результатов, которых добились в развитых странах Европы, на начальном этапе создания системы по обращению с отходами необходимо обеспечить выполнение базовых социальных и экологических стандартов, которые включают в себя полный охват населения услугами по сбору и вывозу ТБО, ответственное захоронение ТБО на полигонах с соблюдением необходимых санитарных требований. Только после построения базового уровня инфраструктуры возможно дальнейшее развитие сектора путем усложнения мер переработки. В тоже время опыт таких стран, как Венгрия, показывает, что даже страна со сходными с Украиной начальными условиями способна за короткий срок совершить скачок в развитии системы обращения с отходами. Сочетание развития переработки с активной программой по санации и рекультивации полигонов, обновлению оборудования и техники для сбора и транспортировки отходов позволяет в течение 10–12 лет снизить затраты на строительство новых объектов захоронения и значительно улучшить экологическую обстановку в стране.

**ЗАВИСИМОСТЬ ИНТЕНСИВНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ
СТОЧНЫХ ВОД ОТ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА**

Соколенко Н.М., Зарайская Ю.Р., Блинова Н.К. доц

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

В процессе биологической очистки сточных вод формируются биоценозы микроорганизмов (активный ил), состав которых определяет ряд факторов: характер примесей сточных вод, исходный посевной материал и условия проведения процесса очистки. Интенсивность и глубина протекания биологической очистки зависит от качественного состава активного ила, разнообразия форм и видов микроорганизмов, способности их адаптации к конкретному составу загрязняющих веществ сточной жидкости. К числу факторов, влияющих на эффективность извлечения загрязняющих веществ, можно отнести количество субстрата, концентрацию кислорода, температуру, pH, возраст ила, наличие токсичных веществ [1, 2]. Оптимальной температурой для биохимических процессов, происходящих в очистных сооружениях, считается 20-30⁰С, при ней биоценоз представлен наиболее разнообразными и хорошо развитыми микроорганизмами. Микроорганизмы по отношению к оптимальным диапазонам температур условно разделяют на три большие группы: 1) психрофилы, развиваются при температуре 10-15⁰С; 2) термофильные микроорганизмы, растут при 35-70⁰С; оптимальной для их развития температурой является 50-60⁰С; 3) мезофильные микроорганизмы, составляющие промежуточную группу, имеют температурный оптимум 25-37⁰С [3]. Микроорганизмы, составляющие активный ил, могут функционировать и проявлять высокую активность в широком интервале температур. В зависимости от температурного режима биосооружений в активном иле будут формироваться, и преобладать те или иные виды микроорганизмов, проявляющие высокую активность в данном температурном диапазоне. При снижении температуры окружающей среды скорость окислительно-восстановительных процессов в бактериальной клетке снижается. Следовательно, уменьшается потребность микроорганизмов в кислороде. При понижении температуры на 10⁰С от оптимальных значений скорость биохимических процессов снижается в 1,5-2 раза.

Целью настоящего исследования явилось проведение анализа эффективности извлечения азотсодержащих загрязняющих веществ в зависимости от температуры в цехе Нейтрализации и очистки сточных вод (НОПС) на ЧАО «Северодонецкое объединение Азот».

В настоящее время на очистку в цех НОПС поступает около 15000 м³/сут коммунальных и городских сточных вод. Количество промышленных сточных вод, в связи со снижением мощности предприятия, незначительно. Нами проанализированы данные лабораторного контроля в поступающих на биологическую очистку и очищенных сточных водах по показателю ХПК_{бихр}, азот аммонийный N-NH₄⁺ и азот нитратный N-NO₃⁻ за период с декабря 2015г по октябрь 2016г. Содержание промежуточной формы трансформации соединений азота N-NO₂⁻ минимально как до очистки, так и после нее. Поэтому, концентрация N-NO₂⁻ в данном исследовании не учитывалась. Появление существенного количества нитритов свидетельствует о нестабильности процесса и характерно для ситуаций с изменением нагрузки, режимом «пуск-остановка» и др. [4]. В ходе исследований температура иловой жидкости изменялась от 9-12⁰С в зимние месяцы до 20-23⁰С - в летние. Температура 20-25⁰С является оптимальной для аэробных процессов очистки [1], т.е. для нитрификации.

По рассчитанным значениям эффективности очистки загрязняющих веществ при различной температуре с использованием программы MS Excel нами определены

уравнения регрессии, величина достоверности аппроксимации (R^2) и коэффициент корреляции Пирсона (r) для линейной функции [5].

Таблица

Показатели связи между эффективностью очистки и температурой

Показатель	Уравнение регрессии	Коэффициент достоверности аппроксимации	Коэффициент корреляции Пирсона
ХПК _{бихр}	$y = 0,345x + 87,3$	$R^2 = 0,45$	0,64
N-NH ₄ ⁺	-	-	-
N-NO ₃ ⁻	$y = 6x + 33,6$	$R^2 = 0,8$	0,99

Для двух из проанализированных показателей - ХПК_{бихр} и N-NO₃⁻ определено наличие прямой линейной связи со значениями температуры с высокой степенью корреляции (таблица). Уравнения регрессии имеют линейный вид. Максимальные значения коэффициента Пирсона, коэффициента достоверности аппроксимации выявлены для азота нитратов и они равны 0,8 и 0,99 соответственно. Это свидетельствует о высокой степени зависимости процесса денитрификации от температуры. В исследуемом диапазоне с увеличением температуры качество очистки сточных вод от азота нитратов увеличивается.

Несмотря на то, что в литературе есть сведения о максимальной чувствительности к температуре процесса нитрификации [3], нами зависимости между эффективностью извлечения азота аммонийного от температуры не выявлено. Возможно, это связано с тем, что определяющим фактором для процесса нитрификации, в данном случае являлась концентрация кислорода. Эффективность процесса нитрификации за весь исследованный период была достаточно высокой, и соответствовала значениям выше 90%. Концентрация растворенного кислорода в аэротенках составляла в среднем 2-4 мг/дм³. Кроме того, зависимость эффективности процессов биохимической трансформации соединений азота от температуры в ходе очистки сточных вод может быть связана с воздействием целого комплекса сопутствующих факторов.

Литература:

1. Роговская Ц.И. Биохимический метод очистки производственных сточных вод. – М: Стройиздат, 1967. – 140с.
2. Орловский З.А. Очистка сточных вод за рубежом. – М: Стройиздат, 1974. -192с.
3. Егорова Н. И. Промышленная экология рыбообрабатывающих предприятий: Учебник. - Керчь: КГМТУ, 2008. – 201с.
4. Неворожкина Л.И., Чернава Т.В. Теория статистики.- Ростов на Дону: Феникс, 2005.
5. Хенце М. и др. Очистка сточных вод.- М: Мир, 2006. – 480с.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К МОНИТОРИНГУ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Кисиль К. В., Блинова Н.К.

Восточноукраинский национальный университет имени В. Даля

Современные учёные разработали новый подход к мониторингу состояния окружающей среды, с помощью которого можно определить большее количество компонентов среды и, таким образом, расширить список опасных для человека и природы веществ.

Цель моей работы – доказать необходимость расширения списка определяемых веществ и выявления новых потенциально опасных для окружающей среды и здоровья людей веществ. Состав органических загрязнений воздуха непостоянен,

поэтому важно проводить регулярный мониторинг с целью своевременного выявления новых угроз как для экосистемы города, так и для здоровья граждан.

Оценка состояния окружающей среды, в частности, атмосферы, сводится к определению около двух десятков неорганических и органических веществ стационарными лабораториями, подведомственными Минприроды. Однако все, что выходит за рамки этого короткого списка, в итоге остается вне наблюдения экологических лабораторий. Однако, были выявлены новые вещества-загрязнители атмосферы в промышленных регионах, которые оказывают значительное влияние на состояние окружающей природной среды и здоровье человека.

Экологический мониторинг (мониторинг окружающей среды) — это комплексные наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе компонентов природной среды, естественных экологических систем, за происходящими в них процессами, явлениями, оценка и прогноз изменений состояния окружающей среды.

Обычно на территории уже имеется ряд сетей наблюдений, принадлежащих различным службам, и которые ведомственно разобщены, не скоординированы в хронологическом, параметрическом и других аспектах. Поэтому задача подготовки оценок, прогнозов, критериев альтернатив выбора управленческих решений, на базе имеющихся в регионе ведомственных данных, становится, в общем случае, неопределенной. В связи с этим, центральными проблемами организации экологического мониторинга являются эколого-хозяйственное районирование и выбор «информативных показателей» экологического состояния территорий с проверкой их системной достаточности.

Необходимость в проведении мониторинга окружающей природной среды и человеческой деятельности непрерывно возрастает. Например, ежегодно производится около 30 тыс. видов химических веществ в количествах более 1 т в год. Многие тысячи тонн нефтепродуктов в результате аварий разливаются по поверхности земли и выливаются в моря и океаны. Интенсивно развивается процесс опустынивания. Общая площадь антропогенных пустынь превышает 9 млн км², еще около 30 млн км² находятся на грани опустынивания.

В рамках экологического мониторинга контролируется состояние атмосферы, изменение ее газового состава, наличие вредных примесей, угрожающих возникновением «парникового эффекта» и истончением озонового слоя, радиационный баланс. Также проводится слежение за загрязнением мирового океана, крупных водоемов, бассейнов рек, изменением величины поверхностного стока. Отслеживается состояние почв и растительного покрова и динамика опустынивания в различных районах мира. Исследуется фоновое химическое загрязнение многих территорий

Мониторинг полезен:

- во-первых, для получения актуальной информации об исследуемом объекте: воде, почве, атмосфере;
- во-вторых, с помощью мониторинга можно отследить источник опасного вещества и устранить его, тем самым снизив уровень поступающих в атмосферу загрязняющих веществ. После устранения источника можно также использовать методы очистки и «зеленые» технологии как дополнительные средства защиты.

Следует проводить как целевой, так и нецелевой анализ. Нецелевой анализ подразумевает под собой поиск как можно большего количества веществ. Целевой анализ — это целенаправленное детектирование заранее известных соединений. Все анализы делаются на пробах снега, которые отбирают для исследования. Именно поэтому такой способ мониторинга подходит только для областей с холодным

климатом, например Луганская область. Поскольку почти на всей территории Украины наблюдается климат с ярко выраженной сменой времен года, то такой метод применим для всех областей Украины. Следует, однако, иметь в виду, что картина загрязнения может оказаться очень разной для разных областей.

Основной метод, который используется для мониторинга, — газовая хроматография в сочетании с масс-спектрометрией (ГХ-МС), или хромато-масс-спектрометрия. Это единый прибор, созданный в результате комбинации двух аналитических методов. Газовая хроматография служит для разделения смеси органических соединений, которые после этого по очереди попадают в масс-спектрометр, где происходит их ионизация и фрагментация. В итоге каждое индивидуальное вещество характеризуется масс-спектром, по которому можно установить его структуру. Масс-спектр любого вещества индивидуален, что позволяет использовать компьютерные библиотеки. В качестве результата хромато-масс-спектрометрического анализа в целом получается график зависимости интенсивности сигнала от времени (хроматограмма), где каждое идентифицированное вещество представлено отдельным пиком, площадь которого пропорциональна его количеству в смеси. То есть после применения данного метода неизвестная смесь из сотен соединений превращается в полную информацию по качественному и количественному составу. Масс-спектрометрия зарекомендовала себя как наиболее информативный, чувствительный, надежный и быстрый аналитический метод, в том числе для изучения окружающей среды. Современная масс-спектрометрия способна среди широчайшего круга других соединений устанавливать природу неизвестных экотоксикантов, находящихся при этом в малых количествах. Сегодня это основной метод экологического контроля любых объектов окружающей среды.

При том, что с помощью этого метода круг веществ, которые обнаруживаются в окружающей среде, можно определить намного шире, по сравнению с другими лабораториями, следует сконцентрировать свое внимание на летучих и полуметучих соединениях, которые можно анализировать методом ГХ-МС. Соответственно, среди известных опасных классов экотоксикантов можно определять фенолы, фталаты, хлорорганические соединения, пестициды, полициклические ароматические углеводороды. Наиболее опасными на сегодняшний день являются полихлорированные дибензодиоксины и дибензофураны, полихлорированные бифенилы, бенз(а)пирен, некоторые пестициды. Однако с ростом количества новых веществ в объектах окружающей среды список наиболее опасных может расширяться.

Вывод:

1. Выявление новых потенциально опасных веществ в окружающей среде носит исключительно важный характер для сохранения природных экосистем и заботы о здоровье граждан. Обмен этими данными позволяет более глубоко понимать природу загрязнения и оперативно устанавливать источники. Научная ценность работы заключается в расширении границ использования масс-спектрометрии и выработке протоколов для идентификации органических веществ в сложных, многокомпонентных смесях, о составе которых известно крайне мало — это пробы снега, льда, воды (морской, питьевой, пресной, сточной, из облаков), экстракты растительного происхождения, продукты питания, напитки, косметика, промышленные товары, бытовая химия и т. д.

2. В настоящее время возникает крайняя необходимость расширения списка определяемых веществ и выявления новых потенциально опасных для окружающей среды и здоровья людей веществ.

3. Для лучшего и более точного мониторинга окружающей природной среды и оценки её состояния следует применять новые современные методы и подходы, а не только основываться на устаревших классических методиках, которые не могут в точности показать всю картину загрязнений и истинное состояние окружающей природной среды, а следовательно, не возможен объективный расчёт риска для жизни и здоровья человека.

4. . Масс-спектрометрия является наиболее универсальным и идеальным методом анализа состояния окружающей природной среды.

Литература:

1. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. - Л.: Гидрометеиздат, 1979, — 376 с.

2. Израэль Ю.А Глобальная система наблюдений. Прогноз и оценка окружающей природной среды. Основы мониторинга. - Метеорология и гидрология. 1974, № 7. — С.3-8.

3. Сюткин В. М. Экологический мониторинг административного региона — Киров: ВГПУ, 1999. — 232 с.

4. https://ru.wikipedia.org/wiki/Методы_экологического_мониторинга

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ *ELODEA CANADENSIS* ДЛЯ ОЦІНКИ ТОКСИЧНОСТІ НАНОАКВАЦИТРАТИВ ПЕРЕХІДНИХ МЕТАЛІВ

Лотицька Є.В., Кравченко О.О., к.б.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

З використанням абляційних нанотехнологій в Україні синтезовано цитрати перехідних металів у водних розчинах, що дозволило назвати їх наноаквацитратами. Доведена перспективність їхнього використання для знезараження тваринницьких приміщень, стічних вод, рибогосподарських ставів [1]. В той же час можливість їхнього практичного застосування потребує проведення широкомасштабних досліджень оцінки токсичності та екологічної безпечності.

Попередніми дослідженнями проведено оцінку фітотоксичності з використанням Allium-тесту, рекомендовано OECD для аналізу екологічної безпечності речовин, отриманих методами нанотехнологій [2]. Разом з тим отримані дані щодо рівнів фітотоксичності цитратних сполук металів, носять узагальнюючий характер. Це не дозволяє перенести вказані результати на рослини інших екологічних форм і груп водної фітобіоти.

За оцінювання рівнів токсичності сполук отриманих методами нанотехнологій найдоцільніше використання високочутливих представників водних макролітів; таким чином, після серії пошукових досліджень, в якості такого об'єкту контролю було обрано елодею канадську (*Elodea canadensis*). Завдяки наявності дуже тонкої кутикули, цей вид є одним з найчутливіших біотестів щодо оцінки впливу важких та перехідних металів, а особливості морфології рослини дають змогу спостерігати та адекватно оцінювати дію полютантів на основі зміни масово-розмірних, цитологічних показників, інтенсивності фотосинтезу і стану фотосинтетичного апарату.

Встановлено, що токсичний вплив полютантів супроводжується інгібуванням росту пагонів. Це явище добре піддається візуальній оцінці, таким чином, оцінено фітотоксичний ефект за показниками відносного приросту пагонів. Результати експерименту представлені в таблиці.

Як видно з таблиці, у варіантах з усіма наноаквацитратами чітко простежувалася обернена залежність між концентрацією речовин та довжиною пагонів. Зафіксовано стимулюючу дію малих концентрацій наноаквацитратів

Секція 3: Екологічні проблеми природокористування та охорона навколишнього середовища

перехідних металів. Так, за концентрації наноаквацитрату цинку 0,01 мг/дм³ середня довжина пагона зростала порівняно з контролем у 1,1 раз.

Таблиця. Оцінка фітотоксичності наноаквацитратів за показниками затримки росту пагонів *E. canadensis*

Варіант	Концентрація у водному середовищі, мг/дм ³	L_{cp} , см	ΦE , %	Рівень токсичності	EC ₁₀₋₉₀
Контроль	—	8,22 ± 0,30*	—	—	—
Наноаквацитрат срібла	0,01	8,38 ± 0,56	—	відсутній	—
	0,025	8,16 ± 0,37	0,80	—"—	—"—
	0,05	7,38 ± 0,35	10,20	слабкий	EC ₁₀
	0,1	6,99 ± 0,20*	14,96	—"—	—"—
Наноаквацитрат цинку	0,01	8,72 ± 0,50	—	відсутній	—
	0,025	8,15 ± 0,23**	0,85	—"—	—"—
	0,05	7,65 ± 0,39	6,93	—"—	—"—
	0,1	7,28 ± 0,20	11,43	слабкий	EC ₁₀
Наноаквацитрат міді	0,01	8,15 ± 0,42	0,85	відсутній	—"—
	0,025	7,49 ± 0,31	8,88	слабкий	EC ₁₀
	0,05	5,89 ± 0,24**	28,34	середній	EC ₅₀
	0,1	5,60 ± 0,18**	31,87	—"—	—"—

Примітка 1. L_{cp} — середня довжина пагону; ΦE — фітотоксичний ефект; 2 - відмінності від контролю достовірні при * — $p < 0,05$, ** — $p < 0,01$, *** — $p < 0,001$

Згідно наведених результатів чисельних контролів встановлено виражену дію сполук міді на *E. canadensis*, які призводили до гальмування росту пагонів за концентрацій на межі 0,025 мг/дм³. Незначне збільшення доз — до 0,05 мг/дм³ спричиняло блокування приросту пагонів у 30 % експериментальних рослин. Зростання концентрації сполук міді до 0,1 мг/дм³ не мало лінійного прояву частот негативних реакцій, що дозволяє приймати ці концентрації в якості середніх за рівнем токсичності. Під час експозиції в наноаквацитратах інших перехідних металів ефективних доз не було відмічено, зростання концентрації металів призводило до пригнічення росту пагонів в межах 10-15 %.

Загалом, результати цих контролів узгоджуються з даними Allium -тесту.

Незважаючи на встановлення порівняно низької фітотоксичності наноаквацитратів цинку та срібла в концентраціях 0,01-0,05 мг/дм³, було додатково проведено цитогенетичні експерименти в клітинах конуса наростання пагона як найбільш чутливої частини рослини з метою поглиблення оцінки потенційної цитотоксичності сполук.

За експонування *E. canadensis* у водних середовищах з наноаквацитратами срібла та цинку концентрацією 0,05 мг/дм³ відмічено зростання частоти клітинних аберацій порівняно з контролем — в 1,7 ($p < 0,05$) і 2 рази ($p < 0,001$) відповідно.

Серед цитогенетичних аномалій приблизно 85 % складали патології, що є наслідком порушення проходження цитокінезу — утворення мікроядер та подвійних ядер. Загалом, відсутність достовірних змін в частоті клітинних аномалій у контролю та концентрацією сполук 0,01 мг/дм³ наноаквацитрату срібла підтверджує гіпотезу затримки в фазах G1/S та G2/M за дії даних концентрацій.

За результатами контролю за концентрації $0,05 \text{ мг/дм}^3$ наноаквацитрату цинку зростала частота клітин з мікроядрами, в той же час вплив наноаквацитрату срібла проявлявся в утворенні подвійних ядер. Велика частота клітин з мікроядрами, у відповідності з А. І. Довгалюк [3], може бути пов'язана з виходом із мітозу клітин з відставанням хромосом, а порушення клітинного поділу, пов'язане із відставанням цитотомії, призводить до утворення подвійних ядер.

Таким чином, вперше чітко встановлено виражений негативний вплив наноаквацитратів на рослинні компоненти гідроекосистем з пороговими концентраціями $0,05 \text{ мг/дм}^3$ для наноаквацитратів цинку, срібла і $0,025 \text{ мг/дм}^3$ – для наноаквацитрату міді.

Отже, з числа досліджених сполук найвираженіший інгібуючий вплив на рослини-гідратофіти проявляє цитрат міді. Встановлений факт, окрім його значення в системі оцінки біологічної безпечності продуктів нанотехнологій, також відкриває шлях для практичного застосування наноаквацитрату міді з метою обмеження росту елодеї в ставках і водосховищах ГЕС.

Література

1. Волошина Н. О. Порівняння овоцидної ефективності наночасток деяких металів як дезінвакційних засобів / Н. О.Волошина // Вісник зоології. — 2010. — Т. 44, № 3. — С. 271–274.
2. World Health Organization monographs on selected medicinal plants / [edit. Dr Xiaorui Zhang]. — Geneva : WHO, 2009. — Т. 1. — 295 p.
3. Довгалюк А. І. Порівняння цитогенетичної та антимікротрубочкової активності фітотоксичних металів : автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. біол. Наук : 03.00.11 “Цитологія” / А. І.Довгалюк. — К., 2004. —24 с.

ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ НАНОАКВАЦИТРАТИВ ПЕРЕХІДНИХ МЕТАЛІВ В ОРГАНІЗМІ *CUPRINUS CARPIO L.*

Супоровська А.М., Кравченко О.О., к.б.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Серед різноманіття сучасних наносполук значного поширення в сільському господарстві, ветеринарії й медицині набули наноаквацитрати перехідних металів, отримані методами електроімпульсної абляції. Попередніми дослідженнями доведена ефективність їхнього використання в рибористві. Разом з тим, за умови досить вільного потрапляння у водойми, в т.ч. у стави, а також у разі їхнього застосування з метою санації водойми та профілактики аеромонозу риб, відсутня інформація, скільки часу ці сполуки будуть вільно знаходитись у воді, адже відомо, що метали навіть у порівняно малих концентраціях токсично впливають на водні організми, у першу чергу на риб, внаслідок біоаккумуляції в їх органах і тканинах. Враховуючи відсутність реальних даних щодо самої можливості акумуляції металів у формі наноаквацитратів в організмі риб, які утримуються в ставках і водоймах при забрудненні цими сполуками, були виконані відповідні дослідження. Метою останніх було встановлення можливих фактів акумуляції наноаквацитратів металів та їхнього розподілу в організмі коропів-однорічок, які були обрані об'єктом контролю через інтенсивні ростові якості. Результати експериментальних контролів наведені у таблиці.

Загалом, розподіл наноаквацитратів перехідних металів залежить від базисного металу та його концентрації у воді. Таким чином, встановлено, що органами, які найбільше акумулюють наноаквацитрати металів є печінка і зябра, найнижчі концентрації металів спостерігались у шкірі та м'язах риб.

Таблиця. Вміст перехідних металів в органах і тканинах *C. carpio* за 120-годинної експозиції в розчинах з наноаквацитратами, мг/кг ($M \pm m$, $n=7$)

Нано-аквацитрат	Концентрація у воді, мг/дм ³	Вміст відповідного металу в органах та тканинах коропа, мг/кг			
		Печінка	Зябра	М'язи	Шкіра
цинку	контроль	50,28±4,13	83,99±8,01	6,98±0,71	30,07±4,37
	0,01	56,36±4,27	134,75±7,65 ^{***}	8,92±0,45	30,71±4,69
	0,05	63,92±4,41	149,65±4,32 ^{***}	10,29±0,23	35,36±4,71
міді	контроль	4,26±0,13	0,71±0,01	0,45±0,18	0,44±0,18
	0,01	4,38±0,12	1,1±0,10 [*]	0,53±0,12	0,43±0,1
	0,05	4,76±0,16 [*]	1,702±0,09 ^{**}	0,75±0,04 ^{**}	0,48±0,08
срібла	контроль	—	—	—	—
	0,01	—	0,02±0,004 [*]	—	—
	0,05	—	0,08±0,03 [*]	0,03±0,01 [*]	сліди

Визначено, що за умов внесення у водне середовище наноаквацитрату усіх вказаних перехідних металів концентрацією 0,01 мг/дм³, достовірна відмінність від контрольних показників зафіксована лише у концентрації металів у зябрах, в той же час підвищення концентрацій сполук обумовлює достовірні відмінності від контрольних показників за вмістом металів у печінці, зябрах та м'язах.

Отримані дані свідчать про відсутність ефекту накопичення вказаних концентрацій в організмі риб, які, знаходячись на вершині трофічної піраміди гідроекосистеми, є найпоказовішими об'єктами щодо оцінки біологічної небезпеки сполук.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ЦИНКОВАНИЯ НА ИХ ПЕРЕРАБОТКУ В ПИГМЕНТЫ

Кравченко М.Л., Лихачева А.В. к.т.н., доц.

Белорусский государственный технологический университет

Гальваническое производство относится к числу наиболее опасных источников загрязнения окружающей среды, главным образом это связано с высокой материалоемкостью, что приводит к образованию разных по составу жидких отходов, содержащих токсичные соединения тяжелых металлов, неорганические кислоты и щелочи, поверхностно-активные вещества и другие высокотоксичные соединения. На практике чаще всего эти отходы смешиваются (что также приводит к их разбавлению и усреднению состава) и сбрасываются на локальные очистные сооружения вместе с промывными сточными водами. Проблема возникает вследствие того, что концентрация загрязняющих веществ в жидких отходах настолько велика, что их сброс нарушает нормальные условия работы очистных сооружений. В то же время, образующиеся жидкие отходы: отработанные растворы обезжиривания, травления, электролиты и пр. – содержат высокие концентрации соединений тяжелых металлов, что позволяет их рассматривать как сырьевой ресурс для переработки.

Одним из наиболее перспективных направлений переработки отработанных технологических растворов гальванического производства является получение на их основе пигментов, поскольку пигменты на данный момент в Республике Беларусь не производятся в виду отсутствия природной сырьевой базы.

Но, при переработке отработанных технологических растворов надо учитывать тот факт, что их состав непостоянен во времени и содержит примеси добавок, которые используют в технологическом процессе.

Объектом исследования в данной работе являлись отработанные электролиты цинкования. Ранее проводимые исследования показали, что получаемые из данных отходов пигменты соответствуют предъявляемым требованиям, но исследования проводились на модельных растворах и при этом не учитывалось влияние примесей, содержащихся в отработанных электролитах. В состав электролитов цинкования входят не только соль цинка, серная кислота и хлорид аммония, но и блескообразователи, необходимые для получения покрытия требуемого качества.

Целью работы являлось исследование влияния состава отработанных электролитов гальванического цинкования на качество получаемых из них пигментов.

Для проведения исследований приготавливали модельные отработанные электролиты цинкования, содержащие разные количества блескообразователя: от минимального количества, которое возможно добавить в пробу, до максимального содержания (если в процессе нанесения покрытия блескообразователь не расходуется) – в пересчете на содержащийся в блескообразователе ПАВ это составило 0,05-1500 мг/л.

Приготовленные модельные электролиты использовали для получения пигмента методом осаждения. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Из полученных результатов видно, что блескообразователь оказывает значимое воздействие на выход пигмента. Снижение выхода пигмента составляет от 10 до 14,6 % в зависимости от содержания в отработанном электролите блескообразователя.

В работе также исследовали влияние состава отработанных электролитов на состав и количество образующегося при производстве пигмента фильтрата и промывных сточных вод. При моделировании технологии получения пигмента в лабораторных условиях предусматривалась пятикратная промывка. Фильтрат и промывные сточные воды анализировались по таким показателям, как pH, сухой, прокаленный остаток и потери при прокаливании, содержание ионов цинка, хлорид-ионов, ионов аммония, фосфат-ионов, поверхностно-активных веществ.

Таблица 1 – Выход пигмента в зависимости от концентрации блескообразователя в отработанном электролите цинкования

Номер опыта	Наименование показателя	Наименование пробы							
		0	0,05	0,5	5	50	500	100	1500
		Значение показателя							
опыт № 1	Масса полученного пигмента, г	4,848	4,229	4,329	4,298	4,100	4,020	4,023	4,018
	Выход пигмента, г/г	1,03	0,90	0,92	0,91	0,87	0,85	0,85	0,85
	На сколько % выход уменьшается по сравнению с пробой, не содержащей блескообразователь	0	10,0	8,0	8,7	12,9	14,6	14,5	14,6
опыт № 2	Масса полученного пигмента, г	3,964	3,941	3,893	3,856	3,855	3,877	3,876	3,865
	Выход пигмента, г/г	0,96	0,86	0,85	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
	На сколько % выход уменьшается по сравнению с пробой, не содержащей блескообразователь	0	10,0	11,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Примечание: в наименование пробы числовые значения указывают на содержание в модельном электролите блескообразователя (в пересчете на ПАВ, мг/л)									

Полученные результаты показали, что блескообразователь (основное вещество которого это неионогенный ПАВ) оказывает значимое влияние на отделение фильтрата

(маточного раствора) от полученного пигмента и на требуемое количество промывок, а также на состав образующихся отходов. Так, содержание блескообразователя влияет на скорость отмывки пигмента. При отсутствии его в отработанном электролите, необходимое количество промывок – пять, а в случае присутствия блескообразователя количество промывок может быть сокращено до двух-трех. Следствием этого является снижение водопотребления, а соответственно и водоотведения данного технологического процесса. Наибольшее количество примесей удаляется с фильтратом и первой промывкой, причем наблюдается значительное увеличение концентраций в сточных водах в пробах, содержащих блескообразователь.

Данные результаты имеют важное значение, т.к. с технологической точки зрения это позволяет сточные воды от второй и последующих промывок повторно использовать на технологические нужды гальванического производства, что подтверждается сравнением качественного состава образующихся сточных вод и требований, предъявляемых к воде первой категории используемой в гальваническом производстве по ГОСТ 9.314.90. «Вода для гальванического производства и схемы промывок общие требования».

Для оценки качества полученных пигментов использовали такие показатели как: рН водной суспензии, укрывистость, маслосмолность, массовая доля веществ, растворимых в воде. Полученные результаты свидетельствуют, что полученные пигменты соответствуют установленным требованиям по всем показателям, кроме маслосмолности (отклонение от требуемого значения 10 %).

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ЦИНКСОДЕРЖАЩИХ ПИГМЕНТОВ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Рылко Н.Н., Кравченко М.Л., Лихачева А.В. к.т.н., доц.

Белорусский государственный технологический университет

Увеличение объема производства пигментов, особенно на основе отходов, является для Республики Беларусь чрезвычайно актуальным. В настоящее время республика импортирует порядка 80% пигментов, необходимых для нужд отечественной промышленности. Поэтому переработка отработанных растворов электролитов с получением пигментов выделено как наиболее перспективное направление, которое позволит решить проблему утилизации отработанных растворов электролитов и расширить сырьевую базу производства пигментов.

Однако в ходе проведенных исследований по получению пигментов из отработанных электролитов гальванического цинкования, было установлено, что данная технология является очень водоемкой, так как полученный осадок (пигмент, отделенный от маточного раствора) необходимо промывать водой до отрицательной реакции на хлорид-ионы. Промывка осадка в лабораторных условиях осуществлялась по четырехкратной схеме по принципу противотока. При этом образовались промывные сточные воды. Кроме промывных сточных вод в рассматриваемой технологии образовался фильтрат (маточный раствор). Фильтрат и промывные сточные воды характеризуются многокомпонентным составом. Они загрязнены хлоридами, фосфатами, ионами аммония, поверхностно-активными веществами и другими соединениями, входящими в состав блескообразователей. Поэтому целью проведенной работы являлось разработка схемы очистки фильтрата и промывных сточных вод.

На основании рассчитанного по экспериментальным данным материального баланса процесса получения пигмента из отхода было установлено, что объем образовавшегося фильтрата составлял 21 л/кг пигмента, а объем промывных сточных вод – 98 л/кг пигмента.

На основании проведенных исследований был определен состав фильтрата и промывных сточных вод. При исследовании состава образующихся отходов определяли такие показатели как: pH, сухой, прокаленный остаток и потери при прокаливании, содержание ионов цинка, хлорид-ионов, ионов аммония, фосфат-ионов, поверхностно-активных веществ. Установлено, что наибольший вклад в загрязнение фильтрата и промывных сточных вод вносят хлорид-ионы, ионы аммония и поверхностно-активные вещества.

Для разработки схемы очистки фильтрата и промывных сточных вод был проведен анализ научно-технической литературы и патентной документации по технологиям очистки, а также анализ результатов лабораторного моделирования процессов очистки фильтрата и промывных сточных вод разными методами.

Было установлено, что для удаления поверхностно-активных веществ могут быть использованы механические, химические, термические, электрохимические и биохимические методы, озонирование. Для удаления хлоридов: обратный осмос, ионный обмен, адсорбция, озонирование. Для удаления ионов аммония: разные химические способы, озонирование, обратный осмос, аэрация.

В исследовательской работе моделировали очистку фильтрата и промывных сточных вод. Очистку проводили такими методами как: вымораживание, озонирование, сорбционный метод, комбинированная обработка. Во всех случаях очищенные сточные воды анализировались по тем же показателям, что и исходные.

С использованием полученных результатов и литературных данных предложена схема очистки фильтрата и промывных сточных вод, образующихся при производстве пигментов из отработанных электролитов гальванического цинкования, представленная на рисунке 1.

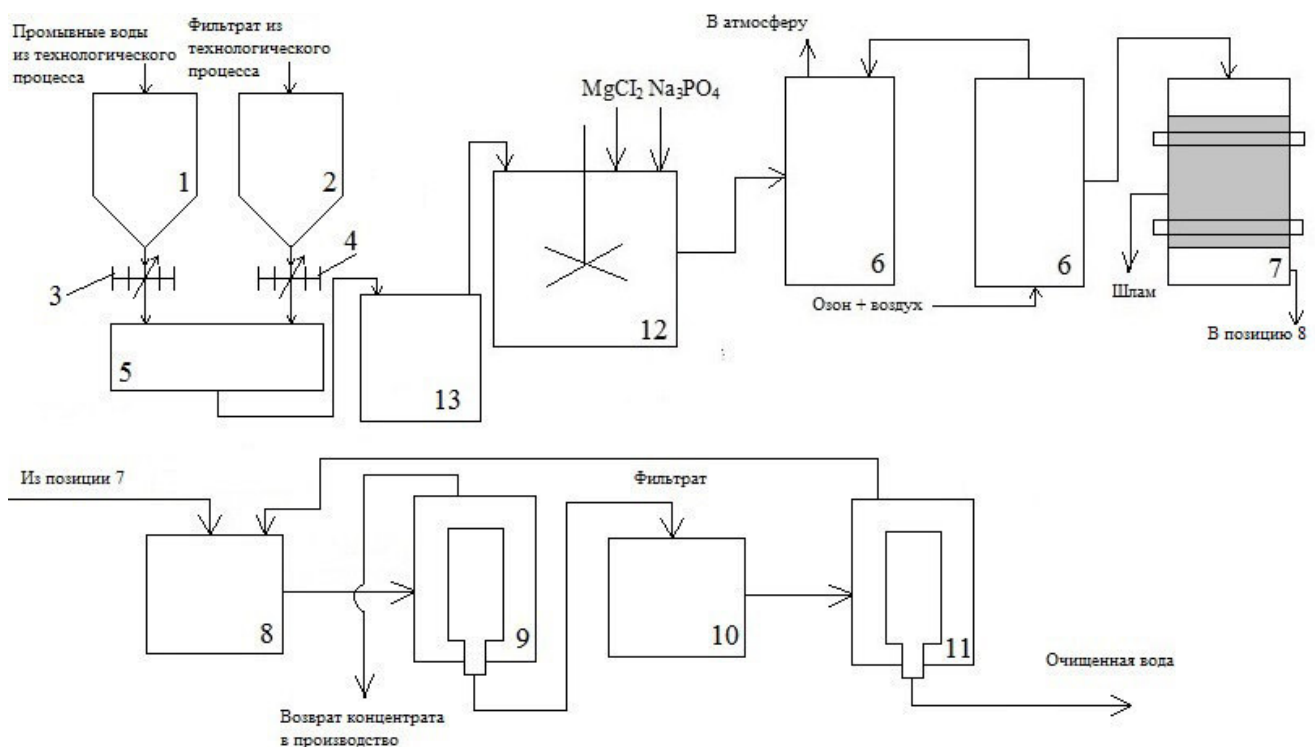


Рисунок 1 – Схема очистки сточных вод в технологии получения пигмента

Промывные воды из технологического процесса после отстойника 1 дозируются в усреднитель 5, куда после отстойника 2 из технологического процесса также дозируется фильтрат. Дозирование фильтрата и промывных сточных вод осуществляется при помощи дозаторов 4 и 3 соответственно. В регулирующей емкости-усреднителе 5,

обеспечивается возможность равномерной подачи промывных сточных вод и фильтрата с усредненной концентрацией на очистные сооружения. После усреднителя промывные сточные воды и фильтрат поступают на стадию очистки химическим способом в реактор 12, куда добавляют раствор хлорида магния (2 г/л) и тринатрийфосфата (4,3 г/л). Эффективность очистки при осуществлении этой стадии очистки воды от ионов аммония составляет 99,7–99,8 %.

Далее следует стадия очистки промывных сточных вод и фильтрата озонированием. Раствор обрабатываемой воды поступает в накопитель 13, где наполняется до объема 10 000 м³/сут, который необходим для последующего поступления на озонаторную установку, в реакторы 6. В процессе обработки озон, подаваемый в камеру реакции в виде озонозовдушной смеси, вступает в химические реакции с загрязняющими веществами. В обрабатываемую воду озон вводится барботированием воздуха, содержащего озон, через слой воды (распределение воздуха происходит через пористые трубки). Эта стадия процесса очистки позволяет главным образом очистить обрабатываемую воду от поверхностно-активных веществ.

Следующая стадия очистки обратный осмос. Первой стадией процесса обратного осмоса является тонкая очистка исходной воды от механических примесей. После озонирования из реакторов 6 обрабатываемая вода поступает на механический фильтр 7, который очищает воду от нерастворенных частиц размером не менее 0,5 микрон. По мере того как используется чистая вода, фильтр автоматически добавляет новую порцию отфильтрованной воды в бак. Изготавливаются накопительные баки из высококачественной листовой стали, снаружи покрываются эмалью. Внутри бак делится на две камеры силиконовой мембранной. В нижнюю камеру закачан под давлением воздух, благодаря этому, по мере уменьшения в верхней камере воды, силиконовая мембрана раздувается, и в баке поддерживается до полного слива воды. Со стороны воздушной камеры установлен ниппель, позволяющий в случае необходимости регулировать, увеличить или уменьшить давление воздуха в накопительном баке. Сверху на баке установлена резьба, куда накручивается кран накопительного бака, для подачи и забора воды.

Далее отфильтрованная вода поступает в накопитель второй ступени 8 и затем направляется в обратноосмотический аппарат первой ступени 9, где вода за счет полупроницаемых перегородок, отделяет фильтрат от концентрата. Концентрат, выходящий из установки обратного осмоса, имеет достаточно высокое давление и его транспортировка к месту сброса не вызывает особых трудностей. Давление же фильтрата после обратноосмотической установки редко превышает 1 атм. Поэтому, чаще всего его приходится подавать в накопительную емкость, откуда с помощью повышающего насоса он транспортируется на дальнейшие стадии очистки. Далее вода накапливается в накопителе первой ступени 10, откуда направляется в обратноосмотический аппарат второй ступени 11, где происходит дополнительная очистка фильтрата первой ступени, а концентрат, который образуется в процессе очистки, направляется обратно в производство.

В таблице 1 представлены значения концентраций загрязняющих веществ до очистки и после предложенной схемы очистных сооружений с учетом эффективности очистки.

Согласно полученным данным, можно сделать вывод о пригодности очищенной воды. В соответствии с документом «Общие требования к качеству воды для гальванического производства, способам ее рационального использования и применению маловодных и малоотходных схем промывок установлены ГОСТ 9.314.90» очищенная вода будет пригодна для промывки деталей в операциях подготовки поверхности к покрытию в гальваническом производстве.

Таблица 1 – Значения концентраций загрязняющих веществ до и после предложенной схемы очистки

Наименование загрязняющего вещества	Концентрация загрязняющих веществ до очистки, мг/л	Эффективность очистки, %			Концентрация загрязняющих веществ после очистки, мг/л
		Озонирование	Взаимодействие с хлоридом магния и фосфатом натрия	Обратный осмос	
Хлориды	$C_{Cl^-} = 27\,050,0$	78,8	0	99,0	$C_{Cl^-} = 57,0$ $C_{NH_4^+} = 0,8$ $C_{ПАВ} = 0,9$
Ионы аммония	$C_{NH_4^+} = 19\,115,0$	89,9	99,8	79,0	
ПАВ	$C_{ПАВ} = 23,6$	90,9	0	60,0	

Также в соответствии с документом – «ТКП 17.06-08-2012 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Порядок установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод, который устанавливает требования к сточным водам, отводимым в канализацию в разрезе предприятий» очищенную воду можно сбрасывать в городские канализационные сети.

Для очистки фильтрата и промывных сточных вод дополнительно потребуются затраты компонентов, которые необходимы для химического способа очистки: хлорид магния и фосфат натрия.

Полученный в результате осуществления химического способа очистки осадок $MgNH_4PO_4$ можно использовать в качестве удобрения.

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ АВАРИЯХ НА ГТС ПРУДОВ-НАКОПИТЕЛЕЙ МЕЛИОРАТИВНЫХ И ПОЛЬДЕРНЫХ СИСТЕМ

Ровба А.В. ст.гр. ФХМП-12

Научный руководитель зав.кафедрой ИГ канд. техн. наук доц. Касперов Г.И.

Белорусский государственный технологический университет (г. Минск)

Решение проблемы защиты населения и территорий Республики Беларусь от чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера, уменьшение их социально-экономических и экологических последствий возможно лишь с осуществлением комплекса мероприятий, обеспечивающих адекватную оценку риска их возникновения. Выполненный анализ научных и литературных источников показал, что на территории Беларуси ежегодно регистрируются аварийные ситуации сопровождающиеся загрязнением водных объектов (водотоков и водоемов). При этом установлено, что масштабы, а в особенности при авариях вблизи водных объектов, имеют большие площади распространения. Надо также помнить, что загрязнение источников питьевой воды, ухудшение ее качества представляют большую опасность для здоровья человека, нередко являясь причиной возникновения инфекционных заболеваний. Тенденция роста числа таких аварий зависит от ряда факторов и условий, что исключает возможности их детального прогноза. В соответствии с техническим заданием по теме «Исследование устойчивости ограждающих гидротехнических сооружений шламохранилищ и прудов-накопителей мелиоративных и польдерных систем для предупреждения чрезвычайных ситуаций и оценки возможных ущербов» ГПНИ «Информатика и космос. Научное обеспечение безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций» в качестве источников ЧС рассматривались аварии на шламохранилищах и прудах-накопителях мелиоративных и польдерных систем.

На сьогоднішній день в експлуатації в Республіці Беларусь знаходиться около 120 прудов-накопителів різного типу. В якості крупних меліоративних об'єктів можна привести об'єкти – «Петровичи», «Большевик», «Дзержинское», «Перетуть-Карачунка» (Мінський район), «Ельское» (Ельський район Гомельської області), «Каченка» (Мінський район), «Малые Автюки» (Калінковичський район Гомельської області); польдери – «Большевик» (Мінська область), «Солигорское» (Солигорський район), «Вилейский» (Мінська область), «Ганцевичи» (Брестська область). При проведенні наукових досліджень по темі було обстежено п'ятдесят дві меліоративні і польдерні системи – накопителі наливного і руслового типів. Склад і об'єм спостережень встановлювалися в залежності від класу огорожуваної дамби, її конструктивних особливостей, геологічних, кліматических, сейсмічних умов, а також умов возведення і вимог експлуатації. Визначали основні види дефектів, впливаючих на стійкість елементів напорних ГТС. Методи контролю технічного стану споруд, що використовуються при їх обстеженні, об'єднували в наступні основні групи:

- огляд споруди з метою перевірки наявності його елементів, їх з'єдинень і виявлення явних зовнішніх ознак їх ненормального функціонування;

- огляд споруди для виявлення прихованих дефектів;

- одержання зображень елементів споруди.

По результатах натурних обстежень і теоретических досліджень були розроблені бази даних технічного стану гідротехніческих споруд прудов-накопителів меліоративних і польдерних систем.

База даних побудована по багатокомпонентній архітектурі:

- базовий компонент даних захит в листи і зберігає всю інформацію о базі в інформаційних блоках;

- наступний компонент представлений блоками інформації (папки з даними), які являються допоміжними елементами при відображенні запитуваної інформації;

- рівень користуваческого інтерфейсу.

Програма має один робочий лист і допоміжний лист, а також папки з запитуваними даними. Робочий лист бази даних складається з наступних областей:

- списки районів і об'єктів з автоматически підгружаючимися даними;

- окремі списки об'єктів з додатковими даними і функцією автофільтра.

Область відображення випадаючих списків районів і прудов-накопителів меліоративних і польдерних систем розташована в ячейках В3 і С3 робочого листа відповідно.

Для відображення назви району необхідно натиснути курсором вказувача на ячейку В3 і з випадаючого списку вибрати район. Після вибору району необхідно натиснути на ячейку С3 і з випадаючого списку вибрати назву пруда-накопителя меліоративної або польдерної системи. Об'єкти в випадаючому списку з'являються тільки для вибраного району. В результаті проведених дій під назвами в верхній строці таблиці з'являються дані, характерні для вибраного об'єкта.

Область відображення функції автофільтра со списками районів з додатковими даними через гіперссылки розташована в ячейці А11 робочого листа. Для відображення даних необхідно посередством автофільтра зняти виділення со всього списку районів і вибрати назву району, об'єкти якого необхідно подивитися, ідентичне названню в ячейці В3. Вікно відображення додаткових даних через гіперссылки призначено для перегляду коротких характеристик

объектов и графических материалов, а также методик оценки технического состояния сооружений и оценки влияния аварии на прилегающую территорию. Данные открываются при клике левой кнопкой мыши по ячейке с интересующей информацией и отображаются в отдельной программе или редакторе.

Кроме работы с базой данных оператору предоставляются возможности по внесению дополнительной либо уточняющей информации в файлы, находящиеся в отдельных папках и непосредственно самой базе.

Разработанная база данных технического состояния гидротехнических сооружений прудов-накопителей мелиоративных и польдерных систем внедрена в практическую деятельность центров оперативного управления четырех районных отделов по чрезвычайным ситуациям и трех областных управлений МЧС Республики Беларусь, что позволяет принимать управленческие решения по защите населения и территории при авариях на водных объектах.

Литература

1. Прохоров Н. Н. Методы оценки технического состояния ограждающих дамб шламохранилищ калийного производства: автореф. дис. канд. техн. наук / Минск, 2009. 20 с.
2. Jung H. G. Hydrogeochemical Groundwater Monitoring in Mailuu-Suu, Kyrgyz Republic. Final Report of Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR) / Hannover, 2008. 81 p.
3. Малик Л. К. Факторы риска повреждения гидротехнических сооружений. Проблема безопасности / М.: Наука, 2005. 354 с.

ЕЛЕКТРОХІМІЧНА РУЙНАЦІЯ ТОКСИЧНИХ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН АРОМАТИЧНОЇ ПРИРОДИ – ЗАБРУДНЮВАЧІВ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Шмичкова О. Б., Лук'яненко Т. В.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет» (м. Дніпро)

Очистка водного середовища від забруднення антропогенними органічними хімічними речовинами є дуже складною проблемою навіть в умовах промислових підприємств, де широко використовують реагентні хімічні методи. На слайді представлено основні методи, пов'язані з генерацією екологічно безпечних сильних окисників, що утворюються із води та існують у вигляді оксигеновмісних радикалів. Альтернативою традиційним методам очистки води від токсичних забруднювачів ароматичної природи є електрохімічні технології, які слід віднести до умовно безреагентних, їх переваги наведено на слайді. Електрохімічна деструкція токсичних забруднювачів досягається як за рахунок прямого перенесення електричного заряду між органічними сполуками і електродом, так і у вторинних хімічних реакціях, де окисником є оксигеновмісні радикали, що формуються в процесі електролізу з молекул води. Такі методи є перспективними для очистки води від широкого спектру органічних речовин різного типу, наприклад, фенольних сполук та пестицидів.

Слід зазначити, що напрям роботи належить до ключових світових пріоритетів розвитку сучасної хімії та привертає значну увагу дослідників, на що вказує значна кількість публікацій, проіндексованих у наукометричних базах даних Web of Science та Scopus. Необхідно відзначити, що в Україні роботи за даним напрямом дослідження практично не проводяться.

Метою роботи є розробка наукових та експериментальних основ вискоєфективних технологій електрохімічної руйнації токсичних органічних речовин ароматичної природи – забруднювачів водного середовища.

Задачі, на вирішення яких спрямовано дослідження на даному етапі:

а) виявлення загальних закономірностей первинних електрохімічних та вторинних хімічних процесів руйнування органічних токсикантів ароматичної природи за високої анодної поляризації в умовах формування оксигеновмісних радикалів.

В якості моделей для дослідження нами були вибрані ароматичні сполуки, а саме 4-нітроанілін і 4-нітрофенол. Для електролізу використовували комірку з розділеними дифузійною мембраною анодними і катодними просторами. В якості електрокаталізаторів були застосовані матеріали на основі PbO_2 , який був модифікований різними катіонними добавками. Електронні спектри поглинання досліджуваних речовин в УФ та видимій областях показують, що реакція проходить через утворення проміжних продуктів ароматичної структури. Природу проміжних продуктів, що утворюються під час електролізу, було встановлено методом вискоєфективної рідинної хроматографії. Як видно з хроматограми, проміжними продуктами окиснення п-нітроаніліну є бензохінон та набір аліфатичних кислот.

Оскільки електрохімічна руйнація досліджуваних сполук проходить через стадію утворення бензохінону, в наступному було досліджено руйнування даної сполуки.

Характер залежності логарифму концентрації від часу вказує на псевдоперший порядок реакції за вихідною речовиною. В таблиці наведено кінетичні параметри електрохімічного окиснення п-нітроаніліну на деяких діоксидносвинцевих електродах, модифікованих добавками різних іонів.

В процесі досліджень нами було виявлено, що модифікуючі іони впливають на хімічний склад поверхневого шару покриттів. Найбільші зміни на РФС спектрах спостерігалися в ОІs області. Отримані спектри характеризуються двома піками: один за більш низької енергії зв'язку відноситься до міцно зв'язаного оксигену кристалічної решітки, тоді як за більш високої енергії зв'язку – до слабо зв'язаних оксигеновмісних частинок (адсорбовані OH^- групи та вода). Добавки катіонів впливають на ступінь гідроксидування поверхневого шару оксиду. Зокрема, висока гідратація поверхні спостерігалась у зразках, модифікованих Bi^{3+} .

Таблиця

Кінетичні параметри електрохімічного окиснення п-нітроаніліну (2×10^{-4} М) на модифікованих PbO_2 -анодах

Анодний матеріал	Константа швидкості гетерогенної реакції, $k \cdot 10^2$, хв^{-1}
PbO_2	1,68
PbO_2 –1,81 мас.% Bi	2,76
PbO_2 –0,019 мас.% Ce	1,36
PbO_2 –1,81 мас.% Sn	1,38
PbO_2 –0,042 мас.%Ni; 0,043 мас.%F	1,66
PbO_2 –1,56 мас.% Sn; 0,04 мас.%F	1,38

Нами була проведена серія випробувань, спрямованих на якісне визначення кількості активних форм оксигену, що утворюються в процесі електролізу, а саме гідроксил-радикалів на діоксидносвинцевих анодах, модифікованих різними добавками. Визначення кількості утворюваних в процесі електролізу гідроксильних радикалів здійснювали шляхом флуоресцентного методу з використанням терефталевої кислоти. Було виявлено, що швидкість генерації гідроксил-радикалів на діоксидносвинцевому

електроді, модифікованому бісмутом, найвища, що співпадає із даними кінетичних досліджень електрохімічного окиснення органічних сполук, наведеними на попередньому слайді.

Отримані дані дозволили встановити загальний механізм окиснення органічних сполук ароматичної природи, який включає окиснення сполук до проміжних продуктів хіноїдної структури, реакції розкриття кільця та утворення аліфатичних продуктів (в основному кислот) і повну мінералізацію до CO_2 та H_2O .

Швидкість окиснення п-нітрофенолу та п-нітроаніліну на досліджуваних анодних матеріалах пропорційна кількості оксигеновмісних радикалів, що утворюються на електроді під час окиснення води, що дозволяє використовувати кількість гідроксил-радикалів, які анодно генеруються, як кореляційний критерій під час прогнозування електрокаталітичних властивостей матеріалів у відношенні до реакцій окиснення органічних сполук.

Згідно з даними рентгенівської фотоелектронної спектроскопії, добавки іонів впливають на ступінь гідроксидування поверхневого шару плумбум діоксиду та міцність зв'язку оксигеновмісних частинок. Зокрема, висока гідратація поверхні спостерігалась у оксидах, модифікованих Bi^{3+} і Sn^{4+} , тоді як для флуоридних комплексів Стануму та іонів Ce^{3+} виявлено протилежну закономірність. Ефекти, що спостерігаються, зумовлені впровадженням добавок як у місцях катіонних вакансій, так і у вузлах кристалічної решітки, а також заміною частини оксигеновмісних частинок на флуорид-іони.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ БІОСОРБЦІЇ ТА БІОРЕГЕНЕРАЦІЇ В СИСТЕМІ ВОДНИЙ РОЗЧИН ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНОЇ РЕЧОВИНИ-АКТИВНЕ ВУГІЛЛЯ

Кочкодан О.Д. к.х.н., доц., Шевченко К.Т.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

На сьогодні найбільш перспективним методом очищення води від розчинених в ній органічних речовин є біосорбційний, який поєднує в собі процеси адсорбції з біологічним очищенням. При цьому мікроорганізми краще використовувати в завислому стані, а не прикріплювати до твердої підложки. Особливо ефективне застосування вугільних фільтрів, що пояснюється посиленням біологічної активності в них внаслідок підвищення концентрації субстрату на поверхні вугілля. Основною проблемою при біосорбційному очищенні стічних вод є повна регенерація сорбента.

Метою даної роботи було оцінити внесок кожної із складових процесу біосорбції (адсорбції та біодеструкції поверхнево-активних речовин (ПАР)) і дослідити можливість регенерації активного вугілля, що адсорбувало ПАР, у випадку проведення процесу біорегенерації сумісним (або паралельним) способом.

В якості ПАР використали промислову ПАР ОП-10, що являє собою суміш оксиетильованих алкілфенолів із загальною формулою $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_m\text{OH}$, де $n=8-10$, $m=10-12$. Вміст органічної речовини в технічному продукті складає 99%. ОП-10-це біологічно жорстка речовина, дуже поширена в стічних водах. Для біологічної активації вугілля КАУ використали асоціацію штамів бактерій-деструкторів роду *Pseudomonas*. Зразком для порівняння було неактивоване біологічно активне вугілля КАУ.

Для одержання ізотерм адсорбції розчини, які містять різні вихідні концентрації ПАР, струшували з постійними наважками сорбентів в однаковому посуді ємністю 0,05 дм³. Об'єм розчину складав 0,025 дм³. Після встановлення адсорбційної рівноваги розчин відділяли від адсорбента. Значення рівноважних концентрацій ПАР визначали спектрофотометричним способом при $\lambda=276$ нм. Похибка вимірювання не перевищувала 1%.

Динаміка адсорбції ОП-10 на КАУ була досліджена на двох зразках вугілля: вихідному активному вугіллі (АУ) та біологічно активованому вугіллі (БАУ). Як показали результати досліджень, максимальне насичення сорбента в динамічних умовах не перевищувало 90%, а в середньому залишалось на рівні приблизно 70%.

Одержані в даній роботі результати свідчать про те, що у всякому разі на початкових етапах адсорбційного процесу в динамічних умовах зменшення концентрації ПАР в об'ємі розчину відбувається в основному за рахунок адсорбції вугіллям. Цілком ймовірно, що висока енергія адсорбції ОП-10 на КАУ ($\Delta G=37$ кДж/моль) зумовлює пригнічення процесу біодеградації ПАР. В даному випадку механізм адсорбційного поглинання повністю переважає над біохімічним. Після встановлення адсорбційної рівноваги процес біосорбції відбувається за рахунок регенерації відпрацьованого сорбента мікроорганізмами, внаслідок чого частково відновлюється адсорбційна ємність вугілля. За одержаними даними величина біорегенерації вугілля КАУ складає в середньому 25% і підтримується приблизно постійною. Цьому сприяє характер розміщення молекули ПАР в пористій структурі вугілля. Оксигетильований ланцюжок, завдяки рухомому ефірному зв'язку, може експонуватися в простір мезопор або у зовнішній адсорбційний простір, таким чином будучи доступним для мікроорганізмів-деструкторів.

Проведені дослідження показали, що на початкових етапах процесу біосорбції в динамічних умовах зменшення концентрації ПАР в об'ємі розчину відбувається в основному за рахунок адсорбції вугіллям. Після встановлення адсорбційної рівноваги процес біосорбції відбувається за рахунок регенерації відпрацьованого сорбенту мікроорганізмами-деструкторами.

ВИЛУЧЕННЯ ОРГАНІЧНИХ ЗАБРУДНЮВАЧІВ ІЗ РІЧКОВОЇ ВОДИ АДСОРБЦІЙНИМ МЕТОДОМ

Кочкодан О.Д. к.х.н., доц., Дмитрієва Л.Б.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Для очищення водних розчинів від токсичних органічних сполук широко використовують адсорбційні методи. Їх ефективність в значній мірі залежить від вибору сорбента. Встановлено, що ефективним сорбентом для вилучення органічних сполук із водних розчинів є активоване вугілля, достатньо високу адсорбційну здатність має силікагель. Однак пошук нових ефективних сорбентів є актуальним. Його вирішення включає в себе наявність достовірних відомостей про пористу структуру цих матеріалів та про вплив на неї різних технологічних процесів при одержанні сорбентів.

Метою роботи було дослідити адсорбційну ефективність штучного вуглецевмісного сорбента (ШВС) для очищення річкової води. ШВС одержано карбонізацією вуглеводнів на силікагелі. Ефективна питома поверхня сорбенту (S_a) склала 215-218 м²/г, питомий об'єм адсорбційних пор (V_a) - 0,93-0,95 см³/г. Вибір цього сорбента був зумовлений його максимальною адсорбційною ємністю по відношенню до серії органічних сполук.

З метою встановлення часу, необхідного для досягнення адсорбційної рівноваги в системі, були одержані кінетичні криві при різних наванженнях сорбенту. Результати показали, що адсорбційна рівновага в досліджуваній системі при безперервному перемішуванні встановлюється за 48 годин.

Адсорбція органічних речовин із річкової води (р. Дніпро) вивчалась в статичних та динамічних умовах. Ізотерми адсорбції в статичних умовах одержані при 22°C. В конічні колби ємністю 0,1 дм³ наливали 0,025 дм³ води і додавали різні наванження сорбента.

Проби аналізували методом перманганатного окиснення, що ґрунтується на окисненні органічних речовин 0,01 н розчином перманганату калію в сірчаноокислому середовищі при кип'ятінні. Встановлено, що адсорбційне насичення сорбента ШВС органічними забруднювачами із річкової води з вихідним перманганатним окисненням 6,7 мг О/дм³ настає при співвідношенні твердої та рідкої фаз 0,2 кг/м³.

Дослідження адсорбції в динамічних умовах проведено в скляній колонці діаметром $1,65 \times 10^{-2}$ м. Поява органічних речовин у фільтраті зафіксована при пропусканні 8 дм³ води в заданих умовах фільтрування. Проскокова концентрація досягнута при пропусканні 23 дм³ фільтрату в заданих умовах фільтрування. Масова ємність сорбента склала 9,56 мг/г, що відповідає дозі сорбента 0,7 кг/м³ води, яка очищається.

Повне насичення сорбента в умовах динаміки фільтрування наступило після фільтрування 40 дм³ води. Повна динамічна ємність сорбента склала 10,86 мг/г, доза сорбента - 0,6 кг/м³ води, що очищається.. Ця доза порівняна, наприклад, з дозою для активованого вугілля АГ-3.

Таким чином, результати вилучення органічних забруднювачів із води р. Дніпро методом адсорбції на штучному вуглецевмісному сорбенті показали, що цей сорбент може бути використаний для ефективного очищення річкової води від органічних речовин. При цьому доза сорбента складає 0,6 кг/м³ води.

ОСОБЛИВОСТІ АДСОРБЦІЙНОГО ВИЛУЧЕННЯ ІЗ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ БАРВНИКА МЕТИЛЕНОВОГО ГОЛУБОГО

Кочкодан О.Д. к.х.н., доц., Герасименко О.О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Для запобігання антропогенного забруднення водного басейну актуальною є розробка ефективних методів очищення стічних вод від органічних речовин, які важко піддаються деструкції мікроорганізмами, наприклад, фенолів і барвників. Питання видалення барвників виникає при локальному очищенні води на підприємствах з їх виробництва або паперовій промисловості, поліграфії, в текстильній промисловості при очищенні відпрацьованих розчинів. Розуміння адсорбційних процесів, що відбуваються на межі поділу фаз рідина – тверде тіло, є надзвичайно важливим для створення ефективних технологічних процесів виділення і концентрування органічних речовин на твердих поверхнях.

В роботі досліджено адсорбцію тиазинового барвника метиленового голубого на непористих вуглецевих сорбентах – графіті, терморозширеному графіті, графітованій і ацетиленовій сажі. Терморозширений графіт одержали при термічній обробці кристалічної модифікації графіту. Вибір в якості об'єкту дослідження метиленового голубого визначено його широким використанням та високою токсичністю. Наприклад, ГДК барвника у водоймах рибогосподарського призначення складає 0,05 мг / дм³.

Для вимірювання ізотерм адсорбції розчини, які містять різні вихідні концентрації барвника, струшували з постійними наважками сорбентів в однаковому посуді ємністю 0,05 дм³. Об'єм розчину складав 0,025 дм³. Після встановлення адсорбційної рівноваги розчин відділяли від адсорбента. Значення рівноважних концентрацій визначали фотоколориметричним методом за допомогою фотоколориметра КФК-3.

Порівняння адсорбційної ємності досліджених сорбентів показує, що величини адсорбції знаходяться в прямій залежності від ефективної питомої поверхні сорбентів ($S_{уд.}$), так як ступінь однорідності їх поверхні практично однакова. Базисна структура сажі достатньо близька до структури графіту. Особливості будови ацетиленової сажі, (наприклад, практична відсутність функціональних груп на поверхні) такі, що поверхня

цього сорбента подібна до модельної, так як її одержують в умовах, близьких до графітування.

В результаті проведених досліджень встановлено, що найвищу адсорбційну ємність стосовно барвника метиленового голубого має ацетиленова сажа, найнижчу – графіт. Ізотерми адсорбції однакового типу, змінюється тільки величина адсорбції пропорційно ефективній питомій поверхні сорбентів.

Відомо, що барвник метиленовий голубий, завдяки його хімічній будові, проявляє поверхнево-активні властивості і утворює асоціати (димери) в розчинах з достатньо низькою концентрацією молекул. Хід ізотерми адсорбції барвника на терморозширеному графіті вказує на можливість присутності хімічного зв'язку між молекулами адсорбата і поверхнею адсорбента. Результати дослідження показали, що ізотерма адсорбції барвника на терморозширеному графіті виходить на плато при величині адсорбції 0,018 ммоль/г. Величина диференційної вільної мольної енергії адсорбції, розрахована стандартним способом, склала 29,9 кДж/моль.

Таким чином, серед досліджених непористих вуглецевих сорбентів найбільш ефективним сорбентом при вилученні барвника метиленового голубого із низькоконцентрованих водних розчинів є ацетиленова сажа, найменш ефективним – графіт.

ВОЛОКНИСТЫЕ СОРБЕНТЫ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Хмылко Л.И., к. х. н., доцент

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

Современная промышленность нуждается в сорбентах самых разных классов – от углеродных до минеральных, с развитой пористой структурой и высокой сорбционной емкостью. Адсорбционные методы широко используются для очистки сточных вод и газовых выбросов промышленных предприятий.

Анализ литературных данных [1, 2] показал, что в последнее время в качестве хемосорбентов ионов тяжелых металлов, ряда анионов наряду с гранулированными материалами применяются и волокнистые, которые из-за развитой поверхности обладают высокой скоростью и полнотой улавливания загрязняющих веществ. Согласно литературным данным волокнистые сорбенты обеспечивают высокую скорость сорбции, так как вся поверхность быстро вступает во взаимодействие с растворами, и продукты обмена удаляются из структуры сорбента. Получаемые материалы имеют трехмерную структуру, содержащую в своем составе активные центры, на которых в первую очередь происходит фиксация поглощаемых веществ. Сравнительное изучение кинетики сорбции с использованием гранулированных и волокнистых сорбентов показало, что скорость сорбции на волокнистом материале в несколько раз выше, чем на гранулированном. Очевидно, что сказанное можно смело перенести на природные целлюлозосодержащие материалы, которые имеют в силу своего строения волокнистую структуру, хорошие емкостные характеристики, возможность утилизации. С целью придания ионообменных свойств таким растительным материалам их обрабатывают различными реагентами, в результате чего в составе этих сорбентов появляются дополнительные функциональные группы, способные к ионному обмену.

На кафедре общей и неорганической химии БГТУ получены сорбенты на основе отходов деревообрабатывающих (древесные опилки, целлюлоза), сельскохозяйственных производств (льнотреста) [3], предназначенные для поглощения катионов различных металлов в водных растворах электролитов, а также формальдегида и аммиака из газовых сред. Такие целлюлозосодержащие материалы являются матрицей с поверхностными функциональными группами (карбоксильными, гидроксильными, карбонильными), которые могут служить центрами прививки различных ионообменных

груп. Основними стадиями приготовления сорбентов являлись обработка материалов различными модифицирующими растворами, содержащими ортофосфорную кислоту, некоторые аминокислоты (глутаминовую) в сочетании с азотсодержащими соединениями (мочевинной, солями аммония). Также варьировалось длительность и температура обработки сорбентов.

Методами ИК-спектроскопии установлены полосы поглощения, характерные для фосфатных, аммонийных, амидных и имидных групп, присутствующих на поверхности сорбентов, что указывает на химическое взаимодействие реагентов фосфорилирующего раствора с целлюлозой. При этом происходит процесс химической модификации полимерной матрицы с образованием эфиров фосфорных кислот в среде карбамида. Наблюдаемые изменения в области разрешимых полос с частотами 2930 и 2990 см^{-1} могут указывать на участие в реакции фосфорилирования первичных гидроксильных групп макромолекул целлюлозы. Установлено, что модифицирование целлюлозосодержащих материалов приводит к прививке 9-19 мас.% фосфора, 10-15 мас.% азота. На рисунках 1 и 2 представлены микрофотографии исходной древесины (фракционный состав 2-3 мм) и полученного на ее основе сорбента, а также сорбентов на основе льнотресты и целлюлозы. Микрофотографии образцов выполнены на электронном сканирующем микроскопе, оснащенный системой химического анализа EDX. Как видно, после обработки модифицирующим раствором происходит существенное развитие пористой структуры, увеличение удельной поверхности (40-60 $\text{м}^2/\text{г}$ по методу БЭТ). Из рисунков 3 и 4 видно, что сорбенты на основе льнотресты и целлюлозы имеют более линейную структуру, меньший удельный объем пор, однако степень прививки функциональных фосфатных и азотсодержащих групп в структуре сорбента значительно выше.

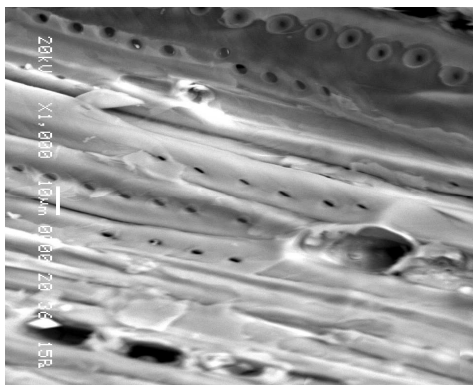


Рис. 1 – Необработанная древесина

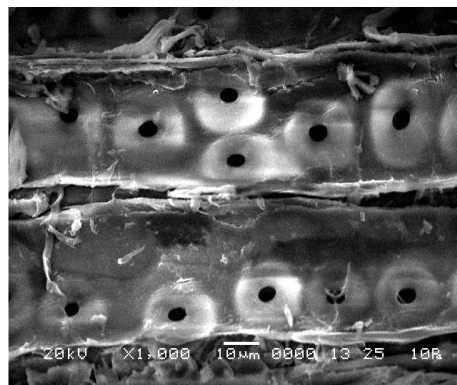


Рис. 2 – Обработанная древесина



Рис. 3 – Сорбент на основе льнотресты

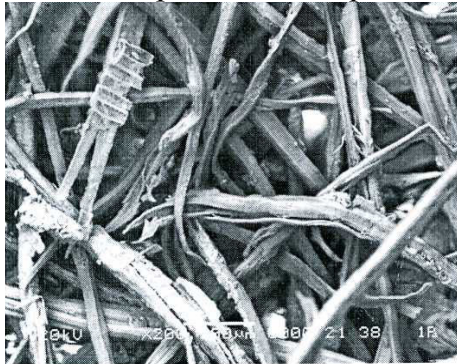


Рис. 4 – Сорбент на основе целлюлозы

Полученные материалы обладают достаточно высокой обменно-сорбционной емкостью по катионам кальция, магния, меди, которая в зависимости от условий модификации сорбента находится в пределах 2,8 – 3,2 мэкв/г. По данным сканирующей электронной микроскопии молярное соотношение элементов фосфора,

азота и сорбируемого металла колеблется в интервалах 1:(1,6-2):(1,8-2,2) соответственно.

Данные по сорбционной емкости исследуемых материалов по формальдегиду и аммиаку показывают, что сорбенты на основе целлюлозных носителей достаточно эффективно поглощают формальдегид и аммиак из газовой фазы (сорбционная емкость по формальдегиду составляет 160 – 176 мг/г сорбента). Емкость по аммиаку несколько ниже и в зависимости от массового соотношения фосфора и азота равна 90 – 120 мг/г сорбента. Исследования механизма хемосорбции формальдегида модифицированными целлюлозосодержащими материалами показали, что поглощение газов происходит за счет поликонденсации с карбамидом в кислой среде, в результате чего около 80 мас. % поглощенного формальдегида образует метиленовые связи с карбамидом, около 5 мас. % – с карбонильными группами, около 15 мас. % связываются с гидроксильными группами целлюлозы, содержащимися в структуре соломы и льнотресты. Основное участие в процессе поглощения принимает альфа-целлюлоза, низкомолекулярные фракции целлюлозы составляют лишь около 5 %. Из полученных данных следует, что происходит сшивка макромолекул сорбируемым веществом, и основным продуктом хемосорбции формальдегида является полиметиленкарбамид, способный затвердевать с различными веществами, образуя соединения типа конгломератов. Известно, что полиметиленкарбамид применяется как удобрение пролонгированного действия, являясь источником азота. Введение в структуру полимера дополнительных соединений фосфора, азота, а также полезных микроэлементов (кальция, магния, меди и др.) улучшает свойства полученных материалов. Такие удобрения экологически безопасны и достаточно длительное время способствуют обогащению почвы питательными элементами.

Перечисленные выше факты позволяют использовать отработанные сорбенты как удобрения. Известно, что сами целлюлозосодержащие материалы (древесные опилки, солома, льнотреста) применяются для улучшения структуры и повышения гумуса почв. Кроме того разработанные материалы в результате химической модификации содержат высокий процент микроэлементов, азота, фосфора и могут постепенно выделять питательные вещества в почву. Отработанные сорбенты имеют достаточно хорошие физико-химические характеристики: оптимальный размер гранул, пористая структура, практически не слеживаются, не комкуются, в связи с чем отсутствует необходимость гранулирования или агломерирования. Влагопоглощение таких удобрений при относительной влажности воздуха 80 – 85 % после месяца хранения составляет 2 – 4 %. Дополнительные преимущества оказывает кислая среда в структуре сорбента за счет наличия фосфорнокислых и азотсодержащих функциональных групп, которые оказывают дополнительное растворяющее действие на фосфоритные структуры, образующиеся в результате химической модификации соломы и льнотресты. Это позволяет получать по простой бескислотной технологии комплексные удобрения длительного действия. Присутствие карбамида в составе растительных сорбентов способствует образованию прочных гранул с повышенной устойчивостью к истиранию, слеживаемости и позволяет в процессе конденсации полиметиленкарбамида включать различные соли с полезными микроэлементами с целью получения высокоэффективных комплексных удобрений.

Все вышеперечисленные исследования позволяют в рамках проекта безотходных технологий использовать отходы сельскохозяйственных производств для разработки способов синтеза удобрений и утилизации материалов на основе растительного сырья. Применение таких удобрений позволит обеспечить растения

Література

1. Ермоленко І.Н. Нові волокнисті сорбенти медичного призначення. – Мінськ.; Наука і техніка, 1994, 208 с.
2. Байклз Н. Целюлоза і її производні. – М.; 1984, 504 с.
3. Хмылко Л.І. Сорбенти на основі лігніну і целюлозосодержащих матеріалів. – Свиридовські читання, вип. 8, 2013. С. 213-218.

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИДОБУТКУ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ В УКРАЇНІ

Бабкіна К.В., Мохонько В.І., к.геол.н., доц.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Енергетична незалежність будь-якої країни у першу чергу залежить від наявності у неї власних енергетичних ресурсів. Наразі власними природними енергоресурсами Україна забезпечує свої потреби лише на 45%. Це – проблема національна.

Проблемою регіонального рівня є пряма залежність підприємств - гігантів хімічної, нафтохімічної та інших галузей промисловості від енергоресурсів. На ПрАТ «СЕВЕРОДОНЕЦЬКЕ ОБ'ЄДНАННЯ АЗОТ» природний газ є сировиною для отримання багатьох видів продукції. На сьогодні Северодонецький «АЗОТ» призупинено, а це в свою чергу викликає цілу низку макроекономічних проблем, зокрема – безробіття. Зупинка підприємства суттєво стримує розвиток міста і регіону взагалі.

Одним з рішень енергетичної проблеми в країні на національному та регіональному рівнях є видобуток газу з нетрадиційних джерел, зокрема, видобуток газу з ущільнених порід на території Юзівської ділянки площею 7886 км², яка знаходиться у Дніпровсько-Донецькому нафтогазоносному басейні на території двох областей: Донецької і Харківської.

Наразі в Україні відсутні (незважаючи на проведені розвідувальні роботи) точні еколого-економічні оцінки застосування технології видобутку сланцевого газу, аналіз потенційних вигід та ризиків імплементації технології видобутку сланцевого газу на території нашої країни. Крім того, розвитку видобутку сланцевого газу заважає нестабільна внутрішньополітична ситуація, суперечливе ставлення суспільства до освоєння сланцевих родовищ, які вважають, що проекти з розробки сланцевого газу є низькорентабельними й ризиковими.

Метою досліджень було проведення аналізу можливих економічних витрат на різних етапах видобутку сланцевого газу на території України. Були проаналізовані результати пошуково-розвідувальних робіт, проведених компанією Шелл у Первомайському районі Харківської області, де було пройдено пошукову свердловину Біляївська-400, геологічні дані, які характеризують площу Юзівської ділянки, а також досвід США, єдиної поки країни, що практично застосувала і випробувала на собі усі переваги та недоліки видобутку сланцевого газу. Економічно-екологічний аналіз застосування американської технології видобутку газу з нетрадиційних джерел на території України, враховуючи її геологічні особливості, необхідний для прийняття оптимальних управлінських рішень щодо видобутку сланцевого газу в країні.

Як свідчить досвід США, досить коштовним і тривалим є процес розвідування сланцевих родовищ. У США від перших експериментів у цій області до початку промислового видобутку сланцевого газу минуло понад 20 років, причому вартість перших свердловин перевищувала 7,5 млн. доларів (наразі вони коштують у

середньому 4,3 млн. доларів кожна). У зв'язку з тим, що сланцеві поля займають великі площі, «нульовий цикл» (власне розвідування) є дуже тривалим і вирізняється значними витратами. Вартісні показники освоєння родовищ сланцевого газу коливаються від 8,5-11,00 млн. доларів [1]. Найбільші витрати припадають на будівництво майданчика та буріння. Також витратним є етап гідророзриву (рис.1).

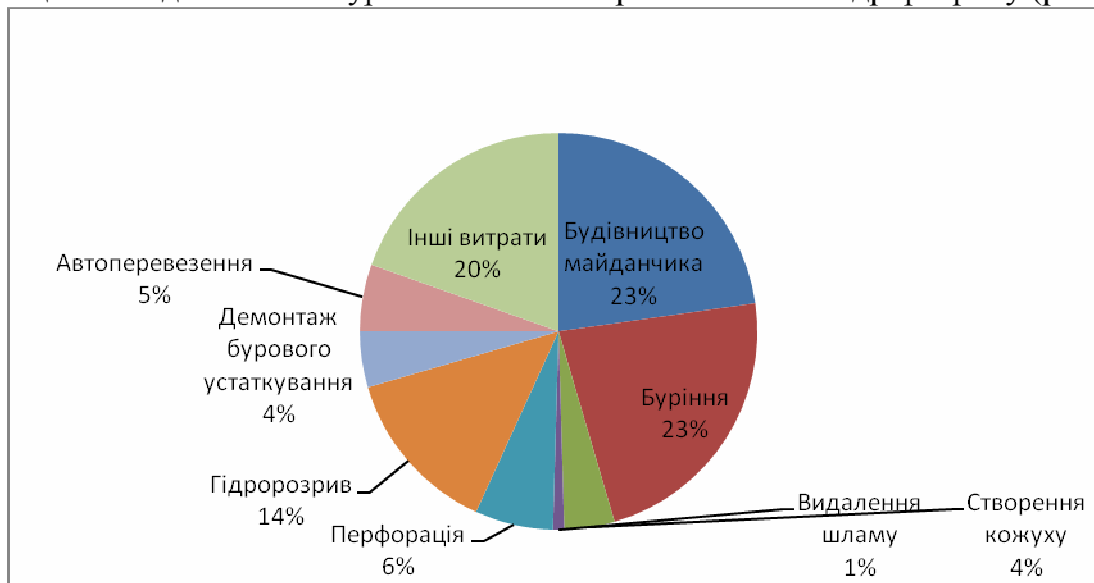


Рис. 1 Оцінка економічних витрат на різних етапах видобутку сланцевого газу (умовне родовище, США)

Для кожної країни сумарні витрати, пов'язані із видобутком сланцевого газу будуть різними. Вони будуть залежати як від геологічних особливостей, так і від рівня розвитку економіки країни. Наприклад, буріння однієї свердловини сланцевого газу в Польщі обходиться в 20 млн. доларів, тобто дорожче, ніж в США. В Україні (за прикладом Польщі) витрати на освоєння родовищ можуть перевищити американський рівень майже вдвічі.

Слід розрізняти собівартість сланцевого газу, яка є на даному етапі в США, і собівартість майбутнього українського сланцевого газу. Так, собівартість сланцевого газу на ринку США, за даними Devon Corp. та Chesapeake Energy, становить 150-200 доларів за 1 тис. куб. м. Фахівці ExxonMobil Corporation, враховуючи такі параметри, як очікувана висока глибина залягання сланцевих порід (близько 5000 м), невелика товщина газоносних пластів (0,5-3,0 м, що у 300 разів менше, ніж в США), вміст органічних речовин (до 20%, що є вдвічі гіршим якісним показником, ніж в США), прогнозують, що собівартість промислового видобутку сланцевого газу за технологією гідророзриву і підземної газифікації в Україні складе 360-500 доларів за 1 тис. куб. м [2].

Порівняємо собівартість промислового видобутку сланцевого газу із ціною газу, що імпортується із Росії. На графіку (рис. 2) зображена динаміка цін у період з 2006 до 2012 року (також приведені ціни для Німеччини, тому що вона є одним із найбільших імпортерів російського газу у ЕС) [3]. Як відомо, ціна газу за контрактом між російським "Газпромом" і НАК "Нафтогаз України" становить з першого кварталу 2017 року 200-210 доларів за 1 тис. куб. м [4]. Тобто ціна останнім часом знизилася і значно менша за собівартість промислового видобутку сланцевого газу. Але враховуючи нестабільну динаміку цін попередніх років та нинішню ситуацію у країні, пов'язану з військовими діями в зоні АТО, немає гарантії того, що ціна газу завжди буде на цьому рівні. Тому Україні потрібно намагатися самій забезпечувати себе природним газом. Саме проекти з розвідки та видобутку сланцевого газу дають

шанс Україні отримати енергетичну незалежність і стимул розвивати енергокомплекс, який у свою чергу дасть поштовх для розвитку промисловості. Слід також пам'ятати, щоб дотримуватися стратегії сталого розвитку не тільки енергокомплекс країни, а і її промисловість потрібно модернізувати.



Рис. 2 Динаміка ціни російського газу [3]

Висновки. Видобуток сланцевого газу може бути рентабельним за стабільно високих цін на традиційний газ, оскільки його процес розвідки і видобутку вимагає високого рівня капітальних вкладень протягом усього терміну проекту через необхідність постійно збільшувати кількість свердловин і проводити операції з гідророзриву. Оскільки сьогодні не можна бути впевненими у стабільно низьких цінах на газ, то діяльність з видобутку сланцевого газу в Україні можна вважати економічно доцільною. Економічна вигода використання природного газу проявляється в багатьох аспектах, починаючи від створення нових робочих місць у процесі пошуку, розвідки, видобування та транспортування сланцевого газу до тих галузей господарської діяльності, що потребують його в якості чистого палива або сировини. Це є важливим и для такого промислового гіганту, як ПрАТ «СЄВЕРОДОНЕЦЬКЕ ОБ'ЄДНАННЯ АЗОТ».

Література

1. Рубель О. Є. Економіко-екологічна база та інституційні передумови прийняття рішень щодо перспектив видобутку сланцевого газу// Наукові праці ДонНТУ. Серія: економічна. – № 2. – 2012. – с. 72 -77. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ea.donntu.edu.ua:8080/bitstream/123456789/27233/1/72.pdf>
2. Рубель О.Є., Зінченко Ю.В. Екологічні та економічні ризики видобутку сланцевого газу в Україні. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [file:///D:/Downloads/ecinn_2013_52_18%20\(2\).pdf](file:///D:/Downloads/ecinn_2013_52_18%20(2).pdf)
3. Цена на газ для Украины. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://news.finance.ua/ru/news/-/292760/tsena-na-gaz-dlya-ukrainy-432-dolssha-tyskubm-eto-mnogo-ili-malo>
4. Ціна російського газу для України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/news/2016/12/16/614643/>

ПРОВЕДЕННЯ БАГАТОФАКТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ КУЛЬКОГВИНТОВОГО МЕХАНІЗМУ

Тітаренко В.О., Логунів О.М. к.т.н, доц.

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Метою роботи є розробка математичної моделі кулькогвинтового механізму (КГМ) і, на її основі, проведення багатofакторної оптимізації параметрів механізму.

Сучасний координатний стіл – складна мехатронна система, об'єднуюча несучу конструкцію опори з електромеханічним приводом і багатоосною системою подачі, і виконавчий механізм довільного призначення.

В приводі координатного столу використовуються традиційні передачі, такі, як зубчастий ремінь, пара шестерня-рейка і гвинт-гайка, кулько-гвинтова пара, або система лінійного приводу з двигуном безпосереднього перетворення електромагнітної енергії в лінійне переміщення.

Головне призначення КГМ полягає в перетворенні обертального руху гвинта в поступальний рух гайки, при цьому дотримується найвища точність і продуктивність. КГМ успішно використовуються у верстатобудуванні, робототехніці, приводних механізмах, авіаційній техніці, високоточних пристроях для транспортування, виробництва пластмас і упаковки, в області охорони здоров'я та інших областях сучасного машино- і приладобудування [1].

Установка прецизійних КГМ дозволяє значно підвищити такі характеристики точності, як точність позиціонування і точність повторів. А також підвищити точність лінійних розмірів і якість поверхні оброблюваних деталей.

Окрім високого КПД (до 90%) і можливості перетворення поступального руху одного з елементів в обертальний іншого, шарикогвинтові механізми мають ряд інших переваг перед звичайними гвинтовими механізмами:

- низький приведений коефіцієнт тертя спокою і, отже, високу кінематичну чутливість;
- мінімальний знос;
- високу точність і рівномірність поступального руху із збереженням стабільності цих параметрів в процесі експлуатації;
- можливість повного виключення осьового люфту без значного зниження КПД механізму;
- надійну роботу як в діапазоні температур $-60-500^{\circ}\text{C}$ так і в агресивному середовищі і вакуумі.

Для оптимізації об'єкту необхідно кількісно оцінити його якість. Для оцінки якості використовуємо цільову функцію, яка виражає залежність якості об'єкту від чинників оптимізації. Критеріями при оцінці якості виберемо наступні параметри: габарити, жорсткість, момент холостого ходу, КПД/самогальмування механізму [2]. Оскільки цільова функція використовується для оцінки якості, отже її необхідно максимізувати

$$F = a * \frac{\delta_{sr}}{\delta} + b * \frac{M_{x.sr}}{2 * M_x} + c * \frac{50}{d_0} + d * \frac{kpd}{kpd_{sr}} + e * \frac{Q_{torm}}{Q_{torm.sr}} \rightarrow MAX$$

де δ_{sr} , $M_{x.sr}$, $Q_{torm.sr}$ – сумарна жорсткість передачі, момент холостого ходу і сила гальмування розраховані при значеннях $d_0=50$ і $t=12$. При наступних обмеженнях:

Технологічні умови:

$$\frac{L}{d_0} \leq 30$$

$$\frac{Q_1}{P_{nat}} \leq 2$$

$$\text{де } Q_1 = \frac{Q}{Z_{ras} * \sin \alpha * \cos \lambda}$$

$$L_{\Gamma 1} \leq L_{\Gamma. Табл} \leq L_{\Gamma 2}$$

де

$$L_{\Gamma 1} = (m-1) * \frac{4}{3}t + 2 * \frac{4}{3}t, \quad L_{\Gamma 2} = (m-1) * \frac{4}{3}t + 2 * \frac{5}{3}t$$

Умова втомної довговічності:

$$\frac{Q}{Q_{доп}} \leq 0,9$$

де L – довжина гвинта; d₀ – діаметр центрів кульок; P_{нат} – сила попереднього натягу; Q_{доп} – допустиме навантаження при розрахунковій втомній довговічності; m = 3 – число робочих витків в гайці. a, b, c, d, e – коефіцієнти значимості відповідного критерію (призначаються проектувальником передачі в залежності від вимог до приводу).

Оскільки значення діаметра центрів кульок, кроку різьблення мають дискретну природу і стандартизовані [3], як метод оптимізації виберемо метод сканування.

Сама процедура оптимізації реалізована у вигляді програми для ЕОМ. Для написання програми була використана об'єктно-орієнтована мова Delphi7.0

Структура програми:

1. Процедури введення характеристик механізму – дозволяють вказати параметри модельованого механізму: КПД /самогальмування, відсутність/наявність попереднього натягу.

2. Основна процедура

2.1. Обнуління даних

2.2. Введення даних

2.3. Перевірка логіки – перевірка логіки введених даних

2.4. Розрахунок геометричних параметрів механізму – попередній вибір основних розмірів механізму.

2.5. Розрахунок на статичну міцність – розрахунок допустимого статичного навантаження на одну кульку і допустимого осьового навантаження на гвинт.

2.6. Розрахунок втомної довговічності – обчислення коефіцієнта втомної довговічності.

2.7. Розрахунок попереднього натягу – обчислення мінімальної і максимальної допустимої нормальної сили натягу на одну кульку.

2.8. Розрахунок на жорсткість – визначаємо осьове переміщення гайки щодо гвинта

2.9. Розрахунок втрат на тертя і КПД – визначаємо момент холостого ходу, силу самогальмування і КПД

2.10. Розрахунок змінних для обчислення цільової функції – розрахунок δS_r, MxS_r, Q_{form}.S_r – сумарної податливості передачі, моменту холостого ходу і сили гальмування, розрахованих при значеннях d₀=50 мм і t=12 мм.

2.11. Розрахунок цільової функції

2.12. Вибір максимального значення цільової функції

2.13. Вивід даних

Розроблена програма дозволяє проводити проектування в інтерактивному режимі в залежності від вимог до приводу.

Література

1. Турпаев А.И. Винтовые механизмы и передачи. М.: Машиностроение, 1982. – 223с.
2. Павлов В.И. Шариковинтовые механизмы в приборостроении. – Л.: Машиностроение, 1968. – 138 с.
3. Левит Г.А., Борисенко Г.А. Расчет и конструирование передач винт-гайка качения. Руководящие материалы. – М.: ЭНИМС, 1964. – 81 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ЗНОСУ ШЛІФУВАЛЬНИКА НА ВЕРСТАТІ ШЛІФОВКИ ПЛАСТИН

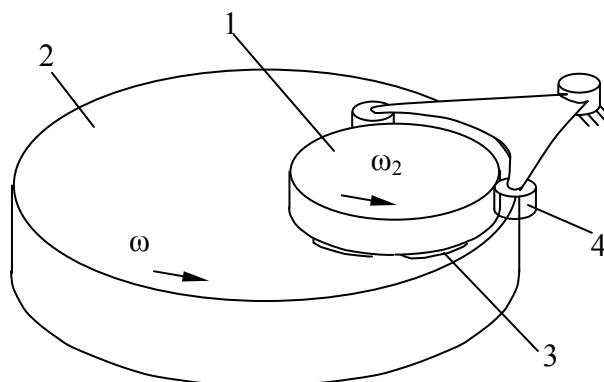
Тугай А.В., Логунов М.П. к.т.н., доц.

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Метою роботи є дослідження процесу зносу шліфувальника при шліфуванні напівпровідникових пластин вільним абразивом на верстатах односторонньої шліфовки. Основним методом отримання напівпровідникових підкладок нині є різання зливків монокристалічного напівпровідника на пластини з подальшою їх шліфовкою і поліровкою. В процесі шліфовки напівпровідникових пластин зняття матеріалу відбувається як з поверхні пластин так і з поверхні шліфувальника. Знос шліфувальника впливає на точність обробки напівпровідникових пластин (неплоскостність, непаралельність сторін, прогин, розкид по товщині). З метою забезпечення високоточного шліфування для шліфувальника встановлюють граничні значення зносу, досягши якого шліфувальники піддаються правці.

Проектування операції доведення пластин кремнію і сапфіра ускладнене, внаслідок відсутності адекватних методик прогнозування форми зносу робочої поверхні шліфувальника [1, 4]. Форма ж зносу робочої поверхні шліфувальника (угнутість, опуклість складної форми) значною мірою впливає на точність обробки напівпровідникових пластин (прогин, розкид по товщині). До того ж час роботи шліфувальника позначається не лише на якості шліфування, але і на продуктивності у зв'язку з цим встановлення чинників що впливають на ці процеси є актуальним завданням[1].

Шліфування можна робити вільним і пов'язаним абразивом. При шліфуванні вільним абразивом використовується скляний шліфувальник, по поверхні якого пластини здійснюють складний рух (мал. 1).



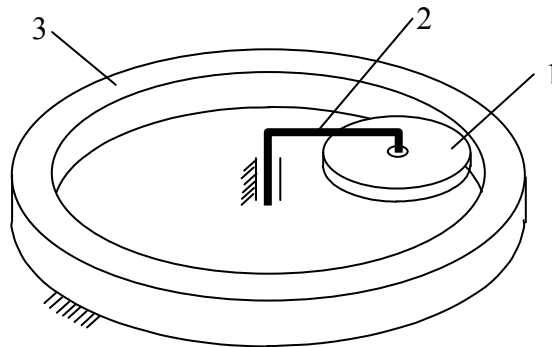
Мал. 1. Схема процесу односторонньої шліфовки пластин вільним абразивом:
1 - опраляння; 2 - шліфує; 3 - пластини; 4 - опорний ролик

Абразив у вигляді суспензії подається на поверхню того, що шліфує. Пластини встановлюються в спеціальні касети або наклеюються на торець циліндричного опраляння. Зерна абразиву можуть зчіплюватися або з поверхнею того, що шліфує

(при цьому йде обробка пластини) або з поверхнею пластини (при цьому йде знос того, що шліфує) Процес формоутворення плоскої поверхні при великій кількості зерен абразиву на поверхні пластини можна розглядати як процес безперервного знімання матеріалу з оброблюваної поверхні. Швидкість знімання залежить від швидкості різання і тиску [3]:

$$Q = C_Q \cdot V^A \cdot p_n^B, \quad (1)$$

де Q - швидкість знімання матеріалу, $\text{м}^3/\text{с}$; C_Q - коефіцієнт, залежний від фізичних властивостей оброблюваного матеріалу і абразиву; V - швидкість різання, $\text{м}/\text{с}$; p_n - нормальний тиск на пластину; A, B - показники впливу чинників, визначувані емпірично. При шліфовці кремнію і германію A і B близькі до одиниці, швидкість різання визначається швидкістю відносного руху точок шліфувальника відносно шліфованої поверхні пластини. Необхідний тиск забезпечується вагою оправки. У схемі механізму по мал. 1 обертання оправляння здійснюється за рахунок сил різання при ковзанні пластини по поверхні того, що шліфує. Для більшої визначеності і наочності введемо замінюючий механізм (рис.2) - фіктивний фрикційний механізм без прослизання з внутрішнім зачепленням, структура і розміри якого вибрані такими, щоб частоти обертання ланок 1 і 3 при роботі були такими ж, як і у реального механізму.



Мал. 2. Кінематична схема замінюючого механізму з внутрішнім зачепленням для випадку зупиненого шліфувальника: 1 - рухливе колесо; 2 - водило; 3 - нерухоме колесо

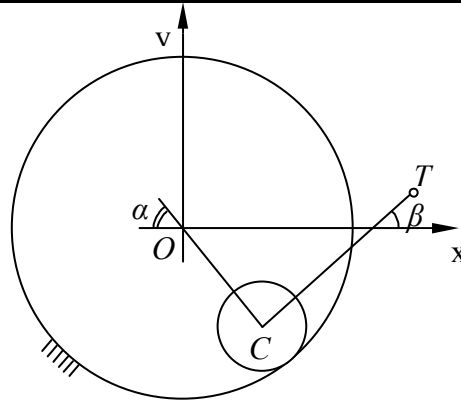
Для аналізу кінематики процесу шліфування використовується прийом зупинки однієї з ланок, наприклад, шліфує. Задамо усьому механізму обертання з кутовою швидкістю $(-\omega_2)$. Таким чином, ми прийшли до схеми планетарного фрикційного механізму з внутрішнім зачепленням, водило якого обертається з кутовою швидкістю а рухливе колесо - з кутовою швидкістю $(\omega_1 - \omega_2)$. Траєкторія руху будь-якої точки T рухливого колеса є траєкторією руху відповідної точки T , належній пластині, по шліфувальнику. Сімейство цих траєкторій характеризує знос того, що шліфує [4].

Для виведення рівнянь руху точки T розглянемо схему на мал. 3. Малий круг радіусу r котиться без ковзання усередині великого, причому вектор CT пов'язаний з площиною малого круга. Координати точки T задаються наступними формулами:

$$x = p \cdot \cos \alpha + d \cdot \cos \beta, \quad (2)$$

$$y = p \cdot \sin \alpha - d \cdot \sin \beta, \quad (3)$$

де $\alpha = -\omega_2 \cdot t$; $\beta = (\omega_1 - \omega_2) \cdot t$; d - довжина відрізка CT ; p - довжина відрізка OC ; t - час.



Мал. 3. Схема для виведення рівнянь руху точок пластини по шліфувальнику

Ввівши в останні рівняння співвідношення:

$$w = \frac{\omega_1}{\omega_2}, \quad (4)$$

отримаємо траєкторію руху точки T у параметричному виді:

$$x = p \cdot \cos \alpha + d \cdot \cos[(1 - w) \cdot \alpha], \quad (5)$$

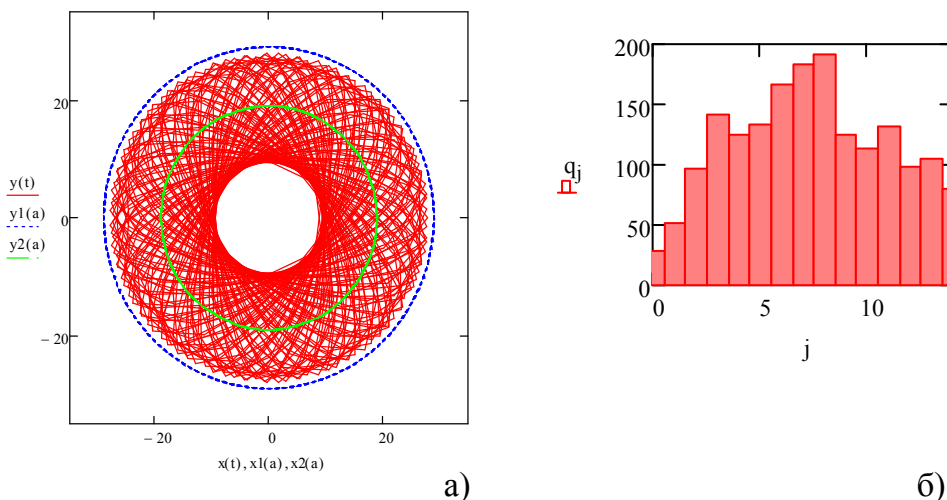
$$y = p \cdot \sin \alpha - d \cdot \sin[(1 - w) \cdot \alpha]. \quad (6)$$

Для визначення швидкості ковзання часток абразиву по тому, що шліфує рівняння (3) потрібно про диференціювати:

$$V_x = \frac{dx}{dt}, \quad V_y = \frac{dy}{dt}, \quad V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} \quad (7)$$

За допомогою рівнянь (3) – (7) можна визначити, в яких точках траєкторії буде максимальна швидкість ковзання і, отже, найбільше знімання матеріалу (знос) того, що шліфує. Оскільки схема обробки є симетричною відносно центру обертання того, що шліфує, той розподіл зносу останнього залежить тільки від відстані від центру обертання.

Використовуючи рівняння (3), (5) и (6), можна за допомогою системи комп'ютерної математики Mathcad, випадковим чином вибравши координати достатньо великої кількості зерен абразиву, визначити швидкості різання в цих точках траєкторії і проаналізувавши розташування цих точок, змодельовати розподіл зносу шліфувальника по радіусу (мал. 4) [5] і спрогнозувати його форму в процесі зносу.



Мал. 4. Траєкторія руху зерна абразиву (а) і розподіл зносу шліфувальника по радіусу (б)

Висновки. Створена математична модель, що дозволяє за допомогою програми Mathcad проаналізувати процес шліфування пластин і розрахувати форму зносу шліфувальника в залежності від параметрів процесу.

Література

1. Муратов Р. А. Влияние некоторых технологических параметров на производительность и качество финишной обработки монокристалла / Р. А. Муратов, А. М. Ханов, Е. А. Гашев, К. Р. Муратов // СТИН. 2015. № 3, ВАК
2. Муратов К. Р. Шлифование монокристалла связанным абразивом / К. Р. Муратов, Е. А. Гашев, А. М. Ханов // СТИН. 2015. № 4, ВАК.
3. Ханов, А.М. Влияние вида абразива и величины контактного давления на процесс доводки керамики // А. М. Ханов, Е. А. Гашев, К. Р. Муратов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия Машиностроение. 2015. Т. 15. № 1, ВАК.
4. Ханов, А.М. Управление траекторией рабочего движения при доводке плоскостей // А.М. Ханов, К.Р. Муратов, Е.А. Гашев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13, №1(3). С. 667-669
5. Аникин А.В. Компьютерное моделирование операции доводки пластин-подложек ИМС / А.В. Аникин, Г.Р. Сагателян, А.И. Хохлов // ПЭМ-2006: Труды девятой международной научно-технической конференции - Дивногорское, 2006. – С. 219 - 221.

ЗМІШУВАЧІ СИПКИХ І ПАСТОПОДІБНИХ МАТЕРІАЛІВ

Модестов В.Б. к.т.н., доц., Яцюк А.В.

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Метою роботи є визначення принципів проектування змішувачів сипких і пастоподібних матеріалів для підприємств України.

В умовах ринкової економіки виробництво будь-якої продукції, в тому числі і змішувачів, відбувається в умовах жорсткої конкуренції, отже, виробництво повинно бути високоефективним.

Великий досвід в проектуванні змішувачів має Сєвєродонецька філія НДІХІММАШ, яка була головною з даної тематики в міністерстві хімічного машинобудування. Обладнання що випускалося раніше [1] потрібно удосконалити з метою підвищення його конкурентоспроможності.

Загальновизнано, що собівартість машинобудівної продукції зніжується зі збільшенням обсягу випуску. На жаль, змішувачі сипких і пастоподібних матеріалів випускаються дрібними серіями, що призводить до збільшення їх собівартості та зниження рентабельності виробництва. З цієї причини машинобудівні підприємства неохоче беруться за їх випуск. У магістерських роботах, що виконуються на кафедрі «Машинознавство та обладнання промислових підприємств» (МОПП) проведено дослідження змішувачів, розроблені принципи їх проектування і розроблені технічні пропозиції для машинобудівних заводів з випуску типорозмірний рядів. Для досліджень використані матеріали та змішувальне обладнання, що є на кафедрі.

Для розробки рядів рекомендуються високоефективні і надійні конструкції, які перевірені тривалою практикою. До них відносяться змішувачі: барабанні; стрічкові, плужні, планетарно-шнекові, відцентрові, з Z-подібними лопатями, з Z-подібними лопатями і розвантажувальним шнеком [2].

Технічні пропозиції містять дослідження змішувачів, номенклатуру продукції (пропоновані ряди робочих об'ємів змішувачів), розроблену з урахуванням потреб хімічної промисловості, принципи проектування - максимальне застосування стандартизації та уніфікації, зниження металоємності і трудомісткості виготовлення, методики розрахунку механічних навантажень на вузли і деталі, методики визначення необхідної потужності приводу.

Випуск типорозмірний рядів машин для переробки сипких і пастоподібних матеріалів дозволить збільшити завантаження машинобудівних підприємств України, зокрема Луганської області, яка в даний час явно недостатня. При цьому слід враховувати не тільки економічну доцільність, а й соціальний ефект, який дає цей захід, а саме - створення нових робочих місць.

Література

1. Смесители для сыпучих и пастообразных материалов: Каталог. М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1985. 80 с.
2. Модестов В.Б. Смесители сыпучих и пастообразных материалов /Монография. — Луганськ, СПД Резніков В.С., 2011. — 352 с. — 104 ил, библи.: 91 назв.

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО ОПОРУ КОРОТКОЇ ТРУБКИ

Горемикін В.С., Чумак Ю.О., Москалик В.М. к.т.н., доц.

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля

Усю різноманітність трубопроводів поділяють умовно на короткі та довгі, які, в свою чергу, підрозділяють на прості та складні. У короткому напірному трубопроводі місцеві втрати напору сумірні з втратами напору за довжиною. До них відносять насадки, бензо- та маслопроводи, усмоктуючі трубопроводи насосних станцій, сифони та інше. Довгі напірні трубопроводи мають місцеві втрати напору незначні, які не перевищують 5-10 % від втрат напору за довжиною. До них відносять, наприклад, магістральні водопроводи. При розрахунку довгих трубопроводів знаходять втрати напору за довжиною, а потім збільшують їх на 5-10%.

В даній роботі проводили дослідження гідравлічного опору короткої трубки, яка була вбудована в стінку нової дослідної установки. Дослідна установка представляла собою ємність, в якій потік повітря завдяки декількох розворотів формував прямий профіль швидкостей та прямував до короткої порожнистої трубки. Основним об'єктом дослідження була металева трубка Ø 32x4 мм довжиною 122 мм. Гідравлічний опір заміряли диференційним манометром. Повітря на установку подавали компресором.

Втрати гідравлічного тиску короткої порожнистої трубки розраховували за рівнянням

$$\Delta P_{\text{тр}} = (\zeta_{\text{вх}} + \zeta_{\text{тер}} + \zeta_{\text{вих}}) \frac{\rho W^2}{2},$$

де $\zeta_{\text{вх}}$ – коефіцієнт гідравлічного опору входу; $\zeta_{\text{тер}}$ – коефіцієнт гідравлічного опору тертя; $\zeta_{\text{вих}}$ – коефіцієнт гідравлічного опору виходу; ρ – густина серед, кг/м³; W – швидкість серед, м/с.

Оскільки дослідна трубка мала чималу товщину

$$\delta/D = 0,004/0,024 = 0,1667,$$

то приймали коефіцієнти гідравлічного опору входу рівним 0,50, а виходу – 1,0 (де δ – товщина трубки, м; D – внутрішній діаметр трубки, м).

Втрати тиску по довжині прямої трубки розраховували за формулою Дарсі-Вейсбаха

$$\Delta P_{\text{тер}} = \lambda \frac{l}{D} \cdot \frac{\rho W^2}{2},$$

де λ – коефіцієнт гідравлічного тертя, l – довжина трубки, м.

Для оцінки режиму течії знаходили число Рейнольдса

$$Re = \frac{\rho W D}{\mu},$$

яке змінювалось в границях від 12229 до 29053 (де μ – коефіцієнт динамічної в'язкості серед, Па·с).

Для зіставлення експерименту з теорією теоретичний коефіцієнт гідравлічного тертя розраховували за законом Блазіуса

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}.$$

Результати експериментального та теоретичного розрахунків зводили в таблицю. Встановлено, що дослідний коефіцієнт гідравлічного опору тертя був на $\approx 15\%$ більше теоретичного, що пов'язано з нестабільністю течії потоку у короткій трубці.

Література

1. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям [Текст] / И.Е. Идельчик. Под редакцией М.О. Штейнберга. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 672 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО ОПОРУ ДІАФРАГМИ КОРОТКОЇ ТРУБКИ

Підскальний В.С., Москалик В.М. к.т.н., доц.

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля

Короткі напірні трубопроводи характеризуються тим, що місцеві втрати напору сумірні з втратами напору за довжиною.

В даній роботі проводили дослідження гідравлічного опору діафрагми, що містилась у короткій трубці, яка, в свою чергу, була вбудована в стінку нової дослідної установки. Дослідна установка представляла собою ємність, в якій потік повітря завдяки декількох розворотів формував прямий профіль швидкостей та прямував до короткої трубки. Основним об'єктом дослідження була металева трубка $\varnothing 32 \times 4$ мм довжиною 122 мм з діафрагмою діаметром 12 мм. Гідравлічний опір заміряли диференційним манометром. Повітря на установку подавали компресором.

Течія потоку через одиночний отвір діафрагми складається з двох фрагментів. Спочатку струмінь раптово звужується, а потім різко розширюється. В першій частині фрагменту течії втрати проявляються головним чином при розширенні струменю, яка зжата після входу з широкого каналу у вузький. У другій частині фрагменту течії при раптовому розширенні виникають так звані втрати на удар. При раптовому розширенні перетину утворюється струм, який відділюється від решти середі поверхні розділу, що розпадається та згортається у потужні вихори. Втрати на удар при раптовому розширенні зв'язані з вихроутворенням на даній ділянці. Таким чином, дві частини фрагментів течії струмів фізично накладаються один на одного. Коефіцієнт місцевого опору у випадку рівномірного розподілу швидкостей по перетину вузького каналу та турбулентній течії потоку головним чином залежить від відношення площин вузького та широкого перетинів.

В цілому коефіцієнт гідравлічного опору діафрагми розраховували за рівнянням

$$\zeta_1 = \frac{\Delta P}{\frac{\rho W_1^2}{2}} = \left[0,5 \left(1 - \frac{F_0}{F_1} \right)^0,75 + \tau \left(1 - \frac{F_0}{F_1} \right)^1,375 + \left(1 - \frac{F_0}{F_1} \right)^2 + \lambda \frac{l}{D} \right] \left(\frac{F_1}{F_0} \right)^2,$$

де ΔP – гідравлічний опір діафрагми, Па; ρ – густина середі, кг/м^3 ; W_1 – швидкість середі у вхідній ділянці труби, м/с ; F_0 – площа отвору діафрагми, м^2 ; F_1 – площа вхідної ділянки труби, м^2 ; F_2 – площа вихідної ділянки труби, м^2 ; λ – коефіцієнт гідравлічного тертя отвору діафрагми; l – товщина діафрагми, м; D – діаметр отвору діафрагми, м.

Коефіцієнт τ розраховували за рівнянням

$$\tau = (2,4 - \bar{l}) \cdot 10^{-\varphi(\bar{l})},$$

де $\bar{l} = l/D$, а функцію $\varphi(\bar{l})$ знаходили з формули

$$\varphi(\bar{l}) = 0,25 + 0,535 \cdot \frac{\bar{l}^8}{0,05 + \bar{l}^7}$$

Для оцінки режиму течії знаходили число Рейнольдса

$$Re = \frac{\rho W_0 D}{\mu}$$

де W_0 – швидкість середі в отворі діафрагми, м/с; μ – коефіцієнт динамічної в'язкості середі, Па·с.

Результати експериментального та теоретичного розрахунків зводили в таблицю. Встановлено, що дослідний коефіцієнт гідравлічного опору діафрагми, яка містилась у короткій напірній трубці, у середньому склав 1,9, що задовільно узгоджується з літературними джерелами.

Література

1. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям [Текст] / И.Е. Идельчик. Под редакцией М.О. Штейнберга. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 672 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ НИЖНЬОЇ МЕЖІ РОБОТИ ТАРІЛОК ПРОВАЛЬНОГО ТИПУ

Заруцкий Е.С., Тараненко Г.В. к.т.н., доц.

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Метою роботи є дослідження нижньої межі роботи тарілок провального типу. Найвідоміше рівняння для розрахунку меж роботи тарілок провального типу приведено в роботі [1]. За нижню межу роботи в статті приймали швидкість газу при якій повністю зливається рідина з тарілки. Цю швидкість розраховували за рівнянням:

$$Y = 2,95 \cdot e^{-4x} \quad (1)$$

де

$$Y = \frac{\varpi^2}{g \cdot d_e \cdot F_c^2} \cdot \frac{\gamma_e}{\gamma_p} \cdot \left(\frac{\mu_p}{\mu_e} \right)^{0,16}, \quad (2)$$

$$X = \left(\frac{L}{G} \right)^{1/4} \cdot \left(\frac{\gamma_e}{\gamma_p} \right)^{1/8} \quad (3)$$

L і G – вагові швидкості рідини і газу (пари), $\text{кг/м}^2 \cdot \text{год}$; γ_e і γ_p – питома вага газу (пари) і рідини, кг/м^3 ; g – прискорення сили тяжіння, м/с^2 ; d_e – еквівалентний діаметр щілини (отвора) в тарілці, м; F_c – вільний переріз тарілки, $\text{м}^2/\text{м}^2$; μ_p – густина рідини, сп ; μ_e – густина води при 20°C , сп .

У роботі [2] наголошується, що в рівнянні (1) на межі режимів значно впливає діаметр отворів, що не підтверджується досвідом.

У роботі [3] був проведений розрахунок нижньої робочої межі тарілок провального типу з різним діаметром отворів в плато тарілки.

На рис. 1. представлений графік залежності нижньої межі роботи тарілки провального типу з вільним перерізом $f = 36\%$ і різним діаметром отворів, де L – густина зрошування по рідині, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, w_n – швидкість газу (пари), відповідна нижній межі роботи тарілки, d_0 – діаметр отворів в плато тарілки.

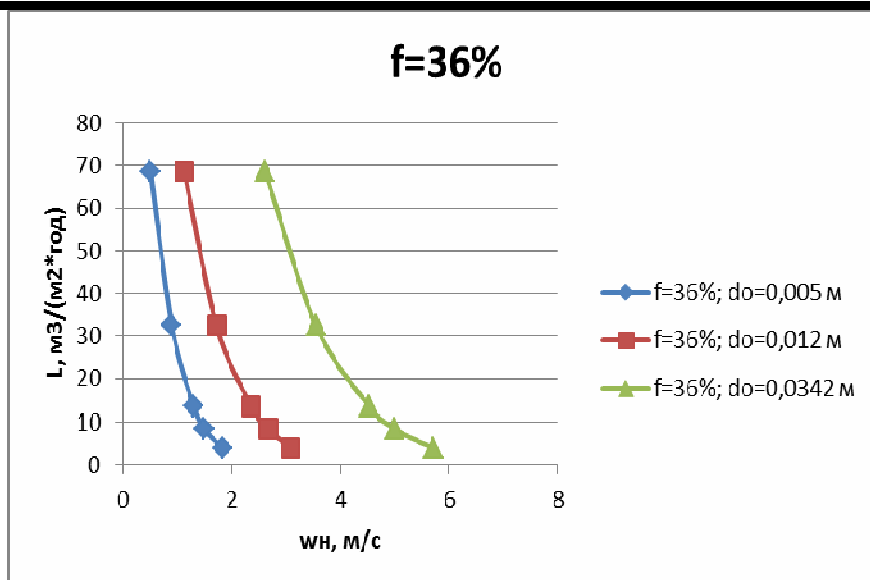


Рис. 1. Залежність $w_n = f(L)$ тарілок провального типу з вільним перерізом $f = 36\%$ і різним діаметром отворів. Діаметр колони складає $D = 0,057 \text{ м}$.

У даній роботі були досліджені тарілки провального типу з отворами різного діаметру на колоні з діаметром $D = 0,057 \text{ м}$.

На рис. 2 представлені графіки залежності нижньої межі роботи тарілок провального типу з вільним перерізом $f = 36\%$ і різним діаметром отворів.

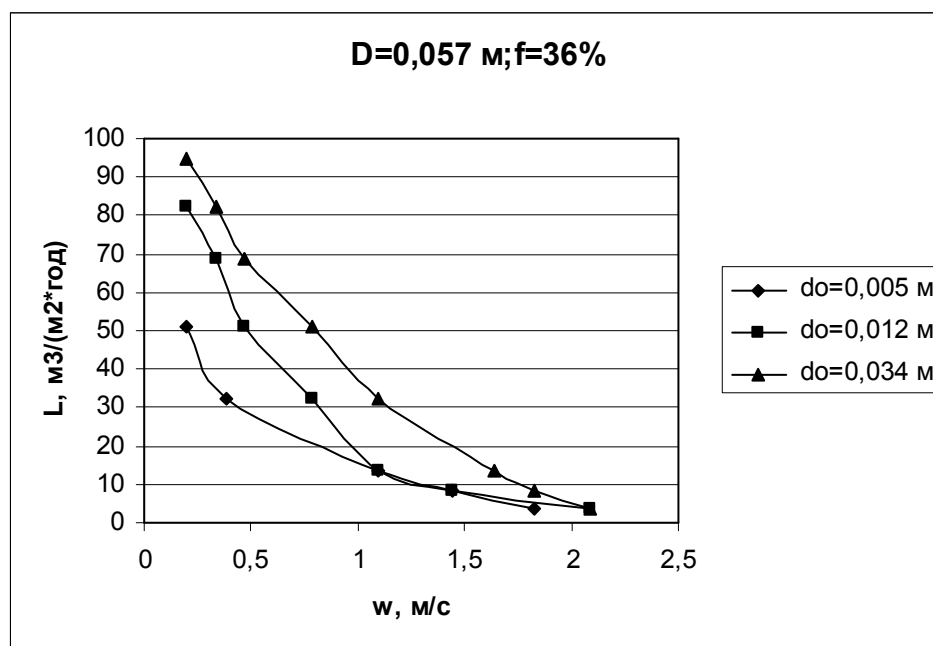


Рис. 2. Залежність $w_n = f(L)$ тарілок провального типу з вільним перерізом $f = 36\%$ і різним діаметром отворів. Діаметр колони складає $D = 0,057 \text{ м}$.

З порівняння графіків на рис. 1 і рис. 2, можна зробити висновок, що розрахункові швидкості газу, що відповідають нижньої робочої межі роботи тарілок провального типу значно відрізняються від експериментальних значень особливо із збільшенням діаметру отворів. Тому необхідні подальші дослідження з метою вдосконалення методики розрахунку тарілок провального типу.

Література

1. Касаткин А. Г., Дытнерский Ю. И., Умаров С. У. К расчету колонн с провальными тарелками – Хим. пром., 1958, №3 с. 38 – 45.

2. Рамм В. М. – Абсорбция газов, М., «Химия», 2 изд., 1976, 656 с.

3. Тараненко Г.В. Визначення нижньої межі роботи тарілок провального типу з різними геометричними параметрами – Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, №9 (216). 2014, – С. 169-173.

РЕКОНСТРУКЦІЯ СТЕНДУ ГІДРАВЛІЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ З КОЛОНОЮ $D = 0,24 \text{ м}$

Дроздов В.О., Московкін І.В., Заруцький Є.С.

Науковий керівник доц. Тараненко Г.В.

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

У роботі [1] були проведені дослідження гідравлічних параметрів тарілок провального типу з різними геометричними характеристиками.

Були представлені графіки залежності гідравлічного опору тарілок (Δp , кг/м^2) від швидкості повітря в перерізі колони (w , м/с), рис. 1.

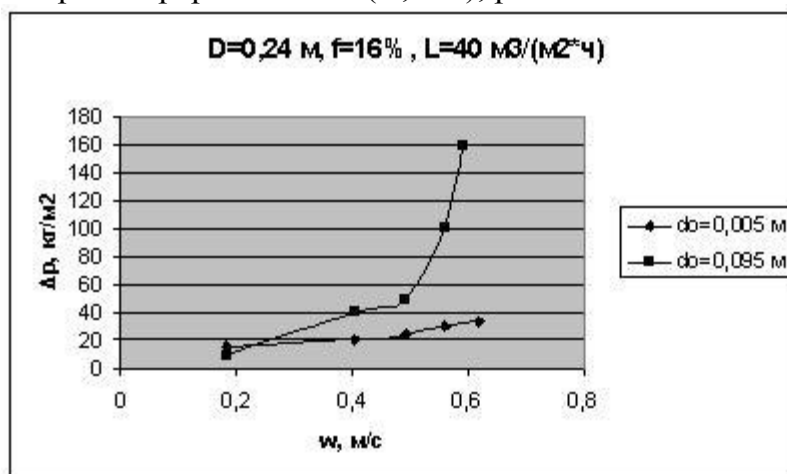


Рис. 1. Графік залежності $\Delta p = f(w)$.

З графіків видно, що швидкість повітря в колоні досягає тільки $w = 0,65 \text{ м/с}$. В промислових колонах, забезпечених тарілками провального типу, швидкість газової фази досягає $w = 1,0 - 2 \text{ м/с}$ [2, 3].

Було ухвалено рішення про реконструкцію стенду гідравлічних випробувань. Замість колони діаметром $D = 0,24 \text{ м}$ була встановлена колона діаметром $D = 0,18 \text{ м}$. Очікувана швидкість в перерізі колони складе $w = 1,78 \text{ м/с}$. Це знаходиться в діапазоні швидкостей, що використовуються в промислових колонах. Колона з діаметром $D = 0,18 \text{ м}$ дозволяє проводити дослідження тарілок провального типу з великим діаметром отворів (до $d_0 \approx 0,1 \text{ м}$). Такі тарілки застосовують в промисловості в колонах, які працюють із забрудненими середовищами.

Література

1. Симонов М.И., ст.гр. ОХП-10 дМ, Научный руководитель доц. Тараненко Г.В. Исследование тарелок провального типа с отверстиями большого диаметра. «Технологія – 2015». Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції. Частина 2” – Северодонецьк: ТІ СНУ ім. В. Даля, 2015, – С. 16-17.

2. Колтунова Л. Н. Пути интенсификации процесса ректификации. Опыт промышленного применения решетчатых тарелок и методика их расчета / Колтунова Л. Н., Позин Л. С., Быстрова Т. А. - М. : ЦНИИТЭнефтехим, 1977. - 84 с.

3. Пенный режим и пенные аппараты / Тарат Э. Я, Мухленов И. П., Туболкин А. Ф. [и др.] ; под ред. И. П. Мухленова, Э. Я. Тарата. - Л. : Химия, 1977. – 303 с.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИГОТОВЛЕННЯ ГЛИБОКИХ ПОРОЖНИСТИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ

Ситнік Б.В., Сергієнко О.В. к.т.н., доц.

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Найважливішим завданням машинобудування в сучасних умовах є забезпечення конкурентноспроможності продукції, що випускається, а це обумовлює різке підвищення вимог до якості й експлуатаційних властивостей виробів при зниженні собівартості їхнього виробництва. Успішному вирішенню цього питання в значній мірі сприяє застосування вискоєфективних технологій і підвищення якості їхнього проектування, що реалізує економію матеріальних, трудових ресурсів та енергозбереження.

У різних галузях промисловості, таких як машинобудування, приладобудування, точна індустрія, виробництво деталей боєприпасів для стрілецької й артилерійської зброї й ін., знаходять поширення застосування глибоких порожнистих циліндричних деталей, що виготовляються з листового матеріалу різними способами витягування: витягування без потоншення, витягування з потоншенням стінки і комбіноване витягування [3, 6]. Останнє є найбільш ефективним для виготовлення деталей із глибокою порожниною. Комбіноване витягування дозволяє виготовляти вироби з підвищеною точністю діаметральних розмірів, більш зміцненою стінкою, досягати великих ступенів деформації в порівнянні з витягуванням без потоншення і з потоншенням стінки, що дає можливість інтенсифікувати процес за рахунок скорочення числа штампувальних операцій [1].

Виходячи з викладеного, удосконалення процесів комбінованого витягування порожнистих циліндрів з листових заготовок є актуальним науковим завданням.

Метою роботи є підвищення техніко-економічних показників процесів комбінованого витягування порожнистих циліндрів на основі удосконалення технологій їх проектування та виготовлення.

В даний час найбільш ефективним напрямком інтенсифікації формозмінних операцій листового штампування є вдосконалення методик теоретичного аналізу і проектування технологій [4, 5].

Комбіноване витягування є прогресивним процесом штампування глибоких порожнистих циліндричних деталей. Воно являє собою формозміну плоскої або порожнистої заготовки в штампі, має зазор між пуансоном і матрицею менший, ніж товщина вихідного матеріалу. В результаті комбінування витягування без потоншення та з потоншенням стінки за одну операцію можна отримати деталь висотою до 1,5 її діаметра, замість максимум 0,7 ... 0,8 діаметра, одержувані витягуванням без потоншення [2]. Крім цього, важливою перевагою комбінованого витягування є більш висока досяжна точність діаметральних розмірів одержуваних виробів, на 2 - 4 квалітети в порівнянні зі звичайним витягуванням [2].

Проектування технологічних процесів витягування порожнистих деталей здебільшого засновано на застосуванні емпіричних граничних коефіцієнтів формозміни з довідних матеріалів, а також результатів теоретичних досліджень, у яких не повною мірою враховують ряд практично важливих параметрів процесу. Це породжує помилки при проектуванні технологічних процесів, а в ряді випадків приводить до необхідності експериментальної доробки технологій, що подовжує терміни підготовки виробництва.

З метою удосконалення існуючої технології виготовлення глибоких порожнистих циліндричних деталей вибрано створення методики багатоваріантного комп'ютерного проектування операцій комбінованого витягування, в основу якого

покладено математичні моделі для поетапного і поелементного моделювання напружено-деформованого стану, що враховують основні технологічні і експлуатаційні особливості деталей, що штампуються, а також вплив різних чинників, що визначають різноманіття можливих варіантів технології.

Розглядаючи послідовність формозміни при комбінованому витягуванні можна виділити чотири стадії. Перша стадія характеризується деформацією фланця і кільцевої частини заготовки між пуансоном і матрицею шляхом просторового вигину з розтягуванням її навколо крайок пуансона і матриці. При цьому вигин на радіусній кромці пуансона супроводжується значним стоншенням. Друга стадія - перехідна. На ній відбувається втягування металу в зазор між пуансоном і матрицею, і оформлення контуру вогнища деформації стоншення. У моделюванні процесу ця стадія представлена одним етапом. Третя стадія являє усталений процес комбінованого витягування. Площі, які на етапах першої, другої та третьої стадій повинні бути втягнуті з фланця, визначаються за умови сталості обсягу в кінці і на початку етапу.

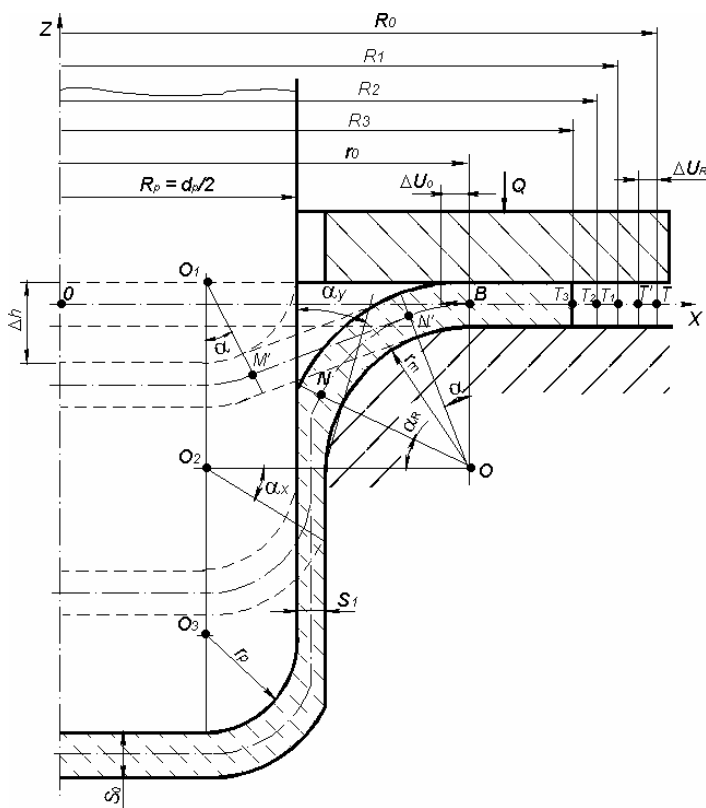


Рис. 1. Схема комбінованого витягування

Потім за величиною цієї площі обчислюється приріст переміщення частинок заготовки на внутрішньому контурі фланця ΔU_0 . Четверта стадія - заключна. На ній деформується крайова частина заготовки (рис. 1).

Застосування нової технології комбінованого витягування забезпечує підвищення техніко-економічних показників при виготовленні глибоких порожнистих циліндрів: зниження витрат на матеріали до 15% і зменшення трудомісткості виготовлення на 20%.

Висновки: 1. Розроблено технологію комбінованого витягування глибоких порожнистих циліндричних деталей, що дозволяє отримати за одну операцію деталь висотою до 1,5 її діаметра.

2. Застосування нової технології

забезпечує підвищення техніко-економічних показників при виготовленні циліндрів: зниження витрат на матеріали до 15% і зменшення трудомісткості виготовлення на 20%.

Література

1. Боков, В. М. Технологія холодного штампування. Курсове проектування. Листове штампування : навч. посіб. - Кіровоград : Імекс-ЛТД, 2010. - 249 с. - ISBN 978-966-189-057-1.
2. Валиев С.А. Комбинированная глубокая вытяжка листовых материалов. М.: Машиностроение, 1973. - 176 с.
3. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. 6-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение, 1979. - 520 с.

4. Технологія холодного штампування та конструювання штамів [Електронний ресурс]: методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів напряму підготовки 6.050502 «Інженерна механіка» / уклад. М. В. Орлюк, С. М. Добровлянський, П. С. Вишневський, С. Ф. Калантир. – Київ: НТУУ «КПІ», 2010. Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/470>.
5. Технологія холодного штампування. Електронний посібник: для студентів напряму підготовки – 6.050502 «Інженерна механіка», спеціальності – Обладнання для обробки металів тиском. / Ю.П.Фещук. – Луцьк: ЛНТУ, 2010. Режим доступу: http://elib.lutsk-ntu.com.ua/book/tf/m_ta_pfkм/2010/10-140/files/context_frames_0.html.
6. Чучман Ю.І. Технологія машинобудування для електромеханіків. / Ю.І. Чучман - Львів: Вид-во Національного університету "Львівська політехніка", 2001. - 348 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ДРІБНОМОДУЛЬНИХ ЗУБЧАТИХ ПЕРЕДАЧ

Подгорний М.А., Логунов О.М. к.т.н, доц.

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Метою роботи є розробка математичної моделі дрібномодульних зубчатих передач і, на її основі, проведення оптимізації параметрів механізму.

Дрібномодульні зубчасті, черв'ячні й комбіновані механізми широко застосовуються в засобах автоматики, обчислювальної техніки, радіоелектронної апаратури, у вимірювальних пристроях і т.д.

Традиційний підхід з позицій класичного курсу деталей машин при проектуванні приладових дрібномодульних передач не може бути реалізований у повному обсязі по ряду міркувань.

Основною відмінністю приладових передач від аналогічних за принципом дії й кінематичній схемі передач, використовуваних у машинах, є те, що приладові передачі виконують найчастіше чисто кінематичні функції, тому що діючі навантаження у них, як правило, малі.

До приладових передач пред'являються високі вимоги по кінематичній точності, інерційності, компактності й т.п.

Проектні розрахунки за умовами міцності деталей приладових передач, як правило, не мають змісту, тому що отрині при цьому геометричні параметри, наприклад модуль зачеплення, розміри деталей, габарити й т.п., доводиться збільшувати по конструктивних міркуваннях. Отже, деталі з реально застосовуваними розмірами працюють із більшими недовантаженнями. По викладених міркуваннях при проектуванні дрібномодульних передач приладів найбільш виправданими є перевіірочні розрахунки. При цьому в основу перевіірочних розрахунків повинен бути закладений критерій твердості, а не міцності, тому що регламенти поточковості в таких передачах найчастіше є визначальними. Таким чином, проектування дрібномодульних передач в основному базується на досвіді конструктора, його інтуїції.

За таких умов проектування одержання оптимального результату істотно полегшується шляхом використання обчислювальної техніки, за допомогою якої можна одержати велику кількість варіантів рішень по одному або декількох критеріях оптимізації, і тим самим значною мірою не залежати від суб'єктивного підходу до рішення поставленого завдання.

При проектуванні механічних передач, у яких загальне передатне відношення велике, пошук оптимального варіанта без застосування ЕОМ просто неможливий.

Основним ключем при конструюванні в прийнятій постановці є кінематичний розрахунок, тому що геометричний розрахунок, розрахунки точності, інерційності,

КПД і т.д. виконуються по формулах, у які обов'язково входить передатне відношення.

Для оптимізації об'єкту необхідно кількісно оцінити його якість. Для оцінки якості використовуємо цільову функцію, яка виражає залежність якості об'єкту від чинників оптимізації. Критеріями при оцінці якості виберемо наступні параметри: габарити, маса, жорсткість, момент холостого ходу, КПД механізму, точність витримування необхідного передатного відношення, наведений момент інерції системи [2]. Перелічені критерії входять в цільову функцію з коефіцієнтами значимості відповідного критерію (призначаються проектувальником передачі в залежності від вимог до приводу).

В якості факторів оптимізації використовуються матеріал зубчатих коліс, кількість зубів, модуль, товщина коліс. Для всіх варіантів передачі повинні виконуватися такі обмеження: міцності зубів по контактних напругах, міцності зубів на вигин, мінімальна кількість зубів на шестерні.

Оскільки значення кількості зубів, модулю, товщини коліс мають дискретну природу і стандартизовані, як метод оптимізації виберемо метод сканування. Сама процедура оптимізації реалізована у вигляді програми для ЕОМ. Для написання програми була використана об'єктно-орієнтована мова Delphi7.0

Розроблена програма дозволяє проводити проектування в інтерактивному режимі в залежності від вимог до приводу.

Література

1. Проектирование мелкомодульных передач приборов с применением ЭВМ / Станислав Николаевич Истомин . – М. : Машиностроение, 1985 . – 175 с.
2. Іванов М. Н. Деталі машин: Учеб. для студентів висш. техн. учеб. закладів. - 5-і изд., перераб. - М.: Вища. шк., 1991. - 383 с.

АНАЛІЗ ПРИЧИН РУЙНУВАНЬ ВУЗЛА «ВАЛ-КРИВОШИП» КОМПРЕСОРНОГО І НАСОСНОГО ОБЛАДНАННЯ

Пилипець Є.С.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Найважливішу функцію серед допоміжного устаткування в хімічній і нафтохімічній промисловості виконує компресорне і насосне устаткування. Призначене для подання, транспортування і відведення різних газів і рідин, воно фактично відповідає за поетапне ведення хіміко-технологічного процесу. У зв'язі з цим дуже важливо забезпечити його стабільну, а головне, прогнозовану безперебійну роботу.

Більшість устаткування пропрацювали на виробництвах хімії і нафтохімії 20-30 років і продовжує експлуатуватися. Тому робота по аналізу руйнувань, що сталися, і рекомендації щодо заходів, які покликані усунути можливість руйнування, вважається нині особливо актуальною.

Декілька слів про особливості роботи подібного устаткування. Поршневий компресор в основному складається з робочого циліндра і поршня; має всмоктуючий і нагнітальний клапани, розташовані зазвичай в кришці циліндра. Для повідомлення поршня зворотно-поступального руху у більшості поршневих компресорів призначається кривошипно-шатунний механізм з колінчастим валом. Поршневі компресори бувають одно- і багаточиліндровими, з вертикальним, горизонтальним, V - або W- подібним і іншим розташуванням циліндрів, одинарної і подвійної дії (коли поршень працює обома сторонами), а також одно- або багатоступінчастого стискування. Аналогічна конструкція і принцип дії у циркуляційних насосів, Під час роботи деталі компресорів і насосів піддаються дії циклічних навантажень, що призводить до появи

втомних руйнувань. Контроль за розвитком руйнувань виконується методами металодіагностики [1].

Типовим представником насосів може бути циркуляційний насос (ЦН) типу 5Г-6/285-320, яким комплектуються метанольні або аміачні виробництва. Ці насоси дотискають робоче середовище 29 МПа до 32 МПа. Потужність приводу таких машин 900 кВт. Кінематичні схеми циркуляційного насоса і компресора типу ИГ- 266-320 аналогічні. Потужність приводу, яку отримує кривошип будь-якої з машин, передається кривошипно-повзунному механізму через з'єднання з натягом кривошипа з валом. Цей вузол за призначенням є найбільш напруженим і відповідальним у машин такого типу. Вузли компресорів і циркуляційних насосів подібні і відрізняються лише деякими розмірами і деталями конструкції. У вузлі "кривошип-вал" руйнуються палець кривошипа і вал під посадкою. Руйнування пальців і валів приводять до великих втрат виробництва і навіть до аварій. У зв'язку з цим виникає великий практичний інтерес до причин і характеру руйнування вузла "кривошип-вал", а також до розробки схем ефективного неруйнівного контролю як засоби забезпечення високої якості виготовлення і безаварійної експлуатації.

На цих машинах встановлюють кривошпи двох видів, які один від одного відрізняються тільки тим, що у одного з них палець викуваний разом з щокою, а у іншого - посаджений з гарантованим натягом. Кривошип, у якого палець викуваний разом з щокою, є вузьким місцем цієї конструкції, тому що там йде злам за галтеллю пальця. Палець кривошипа навантажується зосередженою силою, яка змінюється як за величиною, так і за напрямом навантаження за пульсуючим циклом. При цьому внаслідок відносного переміщення шатуна і пальця точка прикладення сили реакції шатуна відносно пальця пересуватиметься за дугою кола в межах 150^0 за або проти годинникової стрілки залежно від того, в яку сторону обертається вал кривошипа. Переміщення точки прикладення сили буде протилежним відносно обертання валу. Подальший аналіз завантаження [1] показує, що навантажується одна і та ж зона галтелі пальця, яка починається у отвору щоки для посадки на вал і закінчується на галтелі бічної поверхні пальця, після чого точка прикладення сили повертається в початкове положення. Ця дія носить циклічний характер і призводить до руйнування.

В той же час це місце є також концентратором напруги, що також зменшує довговічність деталі. Радіус галтелі пальця кривошипа компресора 20 мм, а в ЦН - 3-12 мм. За довідковими даними [3] галтелі, що мають радіус 2-3 мм, дають коефіцієнт концентрації напружень $K_\sigma=1,8-1,9$, галтелі з радіусом більше 7 мм мають $K_\sigma=1,4$. Кривошпи на вали насаджують за гарячою посадкою. Тиск від посадки в таких з'єднаннях коливається в межах 70-130 МПа. У кривошипів компресорів вказаного типу є ще одна відмінність від кривошипів насосів типу ЦН. Відстань між пальцем і отвором в щоці для посадки її на вал для перших дорівнює 135-155 мм, а для других - 17 мм. Така мала відстань призводить до того, що напруження від посадки на вал впливає на напруження галтелі пальця. Така картина розподілу напружень у вузлі палець-щока ЦН визначає місце зародження втомних тріщин. В усіх відомих випадках руйнування пальців кривошипів ЦН втомні тріщини зароджувалися на поверхні отвору під посадку щоки на вал біля галтелі.

Слід зазначити також, що не було зареєстровано жодного випадку руйнування вставленого пальця. У зв'язку з цим кривошпи можна розділити на дві групи. До першої віднести кривошпи зі значною концентрацією напружень (викувані разом), до другої - зі вставленими пальцями.

Було встановлено також, що місце зародження втомної тріщини в кривошпах компресорів в цілому залежить від дефектів як концентраторів напруги. Міра небезпеки як окремих, так і рівномірно розподілених дефектів в металі, залежить від зони, в якій

вони знаходяться, від їх орієнтованості відносно діючих сил, від характеру вантаження деталі, від чутливості матеріалу до надрізу, від міри активності робочого середовища, з яким стикається деталь, від наявності перевантажень і, врешті-решт, від терміну експлуатації.

Дослідження якості матеріалу [2] аварійно зруйнованих кривошипів показали, що вони мають загальну пористість, гарячі кувальні тріщини, дендритну ліквіацію, залишки усадкових раковин. Усі матеріали досліджених кривошипів були забруднені неметалічними включеннями. У металах кривошипів неметалічні включення складаються з силікатів, сульфідів, оксидів і оксисульфідів. Найчастіше зустрічаються сульфіді. Вивчення особливостей втомного руйнування кривошипів вказує на те, що втомні тріщини зазвичай розвиваються від одного неметалічного включення до іншого, від одного дефекту до наступного. Якщо на шляху розвитку тріщини зустрічається група включень або дефектів, то шлях її визначають ті з них, які дають більш високу концентрацію напруги.

Аналіз особливостей руйнування вузла показує, що вони мають ряд закономірностей. Процес руйнування втомний. Тріщини утворюються, як правило, на консолі валу в зоні теплової посадки кривошипа на вал на відстані 225-295 мм від торця консолі при її загальній довжині 320 мм. Зона зародження тріщини розташована по осі симетрії вузла, або з боку пальця, або з боку противаги, з переважним розвитком в протилежному до обертання напрямі. Будова тріщин пілкоподібна. Втомні тріщини утворювалися як в компресорах ряду високого тиску, так і низького. У зонах теплових посадок кривошипів мали місце корозійні руйнування. Упродовж чотирьох місяців спостерігали стан тріщин на валу компресора на СПО " Азот" за допомогою ультразвукової дефектоскопії. Тріщина мала глибину 35 мм і довжину 133 мм по колу. Під час спостереження подальшого розвитку тріщини не відбувалося.

Висновком з усього сказаного може бути рекомендація проведення ультразвукової дефектоскопії не рідше, ніж 1 раз в 3-4 місяці, для гарантії своєчасного виявлення тріщини і безаварійної роботи компресорів і насосів. Слід також відмітити, що якими б не були зупинки в розвитку тріщини, вона продовжує розвиватися і в цілому призводить до руйнування валу. Було встановлено, що подальший розвиток тріщини після консервації виникає при кожному запуску машини і роботі її на режимі холостого ходу. Також це явище виникає при різкому зростанні навантажень при експлуатації, яке може бути викликане рядом причин, таких, наприклад, як різке зростання тиску на нагнітанні.

Які причини призводять до утворення тріщин? На втомну міцність впливає велика кількість чинників. В цьому випадку найбільш суттєвим можна рахувати вплив на довговічність вузла конструктивних особливостей, тиску, посадки, характеру навантаження, фреттінг-корозії. Конструкція вузла утворює пік концентрації напружень на відстані 290 мм від торця валу.

З вище викладеного можна зробити наступні висновки. Найбільш напруженими зонами консолі валу є поверхневі шари металу з боку пальця. Більше частина циклу шари металу з боку противаги розтягнуті, а з боку пальця - стислі. Вірогідним місцем утворення тріщин втомних, з точки зору величини напруги від дії сумарних поршневих, інерційних сил і моменту, що крутить, являються поверхневі шари металу з боку противаги. Із-за конструктивних особливостей вузла і характеру розподілу напружень за довжиною з'єднання найбільш вірогідним місцем утворення втомних тріщин є поверхневі шари валу на відстані 225-290 мм від торця консолі. Від дії циклічних навантажень і наявності мікродеформації деталей на поверхні валу як з боку пальця, так і з боку противаги, утворюється фреттінг-корозія, яка впливає на втомну міцність через

пінтинги внаслідок зменшення поперечного перерізу і утворення локальних зон концентрації напружень.

Поверхня зламу має ступінчасту форму. За наявності розриву і фретінг-корозії металу на поверхні валу з боку пальця через адитивність концентраторів напруги в цій зоні вузла концентрація напруги є найбільш високою. Ця обставина визначає місце утворення тріщини в томі і довговічність валу в цілому.

На підставі проведення досліджень встановлений характер і причини руйнування вузла компресора "вал-кривошип" і розроблена схема ефективного контролю втомного руйнування методом ехо-імпульсної ультразвукової дефектоскопії.

Література:

1. Галеркин Ю.Б., Рекстин И.Ф. Методы исследования центробежных компрессорных машин. – М.: Машиностроение, 1996 г. – 289 с.
2. Березовський Л.Б., Накорнеева Т.Д. Особенности разрушения поршневых циркуляционных насосов и компрессоров высокого давления. – Сб. Химическое и нефтяное машиностроение, 1969, №10, с. 29-31.
3. Дунаев, П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. – М.: Высшая школа, 1985. – 360с.

ИЗМЕНЕНИЕ УГЛА НАКЛОНА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА. ЗНАЧЕНИЕ УГЛА СКРЕЩИВАНИЯ

Ветряк Е.С., Мелконов Г. Л. к.т.н. доцент

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

Угол скрещивания осей чашечного резца и детали обозначим литерой γ . Значения угла скрещивания для проведения исследований установим следующими: $\gamma = 75^\circ; 70^\circ; 65^\circ; 60^\circ; 55^\circ; 50^\circ; 45^\circ$. В зависимости от выбранных значений углов скрещивания осей инструмента и детали будут проведены экспериментальные исследования по определению и изучению технологических показателей деталей. В зависимости от значения угла γ будем определять силы резания. Помимо угла γ для проведения экспериментальных исследований нам необходимо установить режимы резания. Определить припуски на механическую обработку, разработать упрощённый технологический процесс, представить чертежи деталей. Рисунки деталей приведены на рис.1. Самовращающийся чашечный резец используем на чистовой и черновой операциях обработки карданного вала и винта рис.1. Эти две детали изготавливаются из конструкционной стали Ст45. Критерием выбора оптимальной величины угла скрещивания являлись высота шероховатостей обработанной поверхности – минимальное значение и минимальная сила резания.

По полученным данным были построены графики зависимости высоты шероховатости обработанной поверхности от угла скрещивания осей инструмента и заготовки, а также сил резания. Получение результаты приведены на рис. 2 и рис. 3.

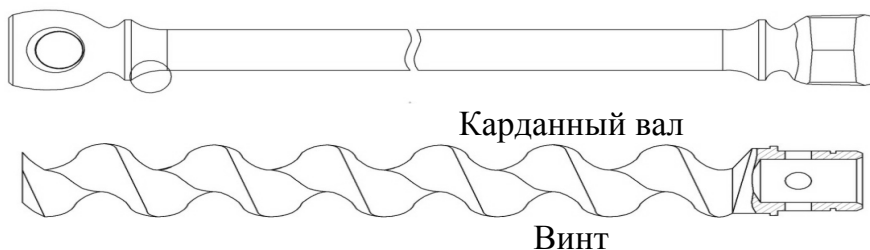
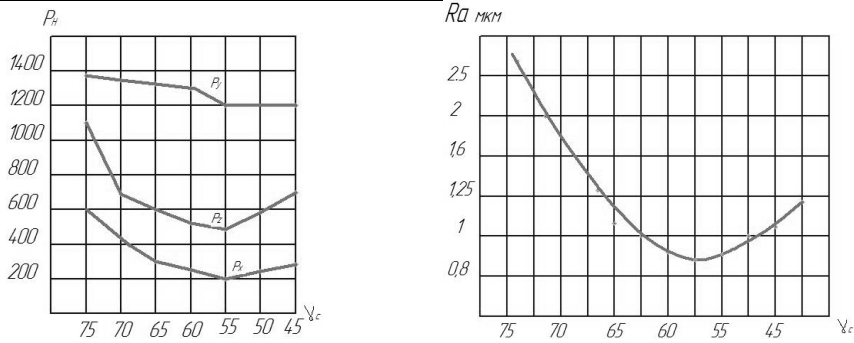


Рис. 1



скрещивания

Рис. 3. Зависимость сил резания от изменения угла скрещивания

Технологический процесс обработки карданного вала и винта следующий:

- 1) Оборудование: токарно – винторезный станок модели 16K20.
- 2) Операции – черновое точение: инструмент проходной резец с 3х гранной пластиной ВК8, режимы резания $V = 56$ м/мин, $S = 2-2,5$ мм/об, $t = 2,5 - 3$ мм.

Чистовое точение: чашечный резец материал чашки Т15К6 режимы резания
 $V = 89-113$ м/мин, $S = 0,3-0,5$ мм/об, $t = 0,5$ мм.

Подробное описание технологического процесса по обработке детали карданный вал. Чертеж карданного вала приведен на рис.4.

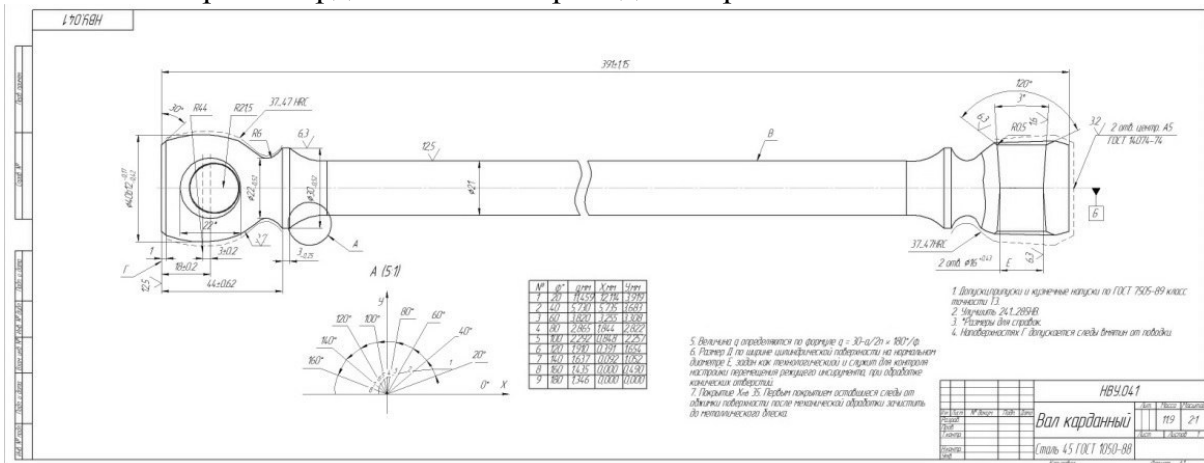


Рис. 4. Карданный вал

Для изготовления детали карданный вал берется заготовка пруткового металла.

Диаметр заготовки ($\varnothing = 45$ мм), длинна ($L = 430$ мм). Материалом для заготовки

служит конструкционная сталь марки СТ45. Анализируя и составляя выбранные размеры заготовки и размеры приведенные на чертеже можно заметить, что максимальный припуск на средней части детали будет равен – 24 мм, минимальный припуск на «головках» карданного вала будет – 5 мм. При обработке заготовки, обработка будет вестись по следующей схеме: 1 – черновое точение; 2- чистовое точение.

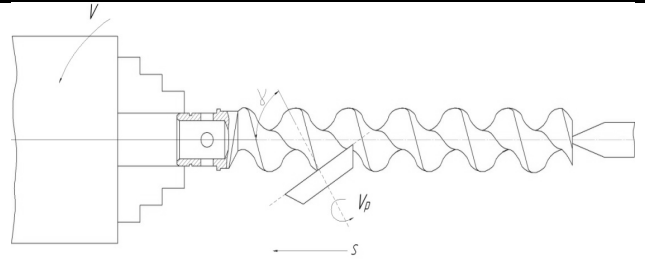


Рис. 6. Схема обработки винта чашечным резцом.

Рис.7. Обработка карданного вала чашечным резцом..

Для чернового точения припуск будет равен – 22,5 мм, по средней части карданного вала. Для обработки головок припуск на черновую обработку равен – 3,5 мм.

Так как припуск на черновое точение средней части вала будет 22,5 мм, разобьем удаление его за несколько проходов. Учитывая тот факт, что деталь не жесткая, удаление оставленного припуска на черновую обработку проведем за несколько проходов, именно за 5 проходов: четыре прохода удаления припуска равного 5 мм за каждый проход, на последнем пятом проходе будет удалено - 2,5 мм. Что касается 2х «головок» карданного вала оставленный припуск в 3,5 мм будет удален за 1 проход. Предполагается чистовая обработка заготовки.

Припуск на чистовое точение по всей длине карданного вала будет равным – 1,5 мм. Этот припуск необходимо удалить за 2 прохода. На первом проходе удалить – 1 мм припуска, на втором 0,5 мм. При черновом точении максимально возможную подачу, установим исходя из условий прочности и жесткости, а также других ограничивающих факторов. Подача при черновой обработке устанавливалась равной – 1,2 мм/об. При чистовом точении пользовались подачей равной 0,5 мм/об. Скорость резания для черновой и чистовой обработки назначаем исходя из проведенных ранее исследований. Так для чернового точения установим скорость резания равной $V = 1,5$ м/сек., а для чистовой обработки $V = 3$ м/сек. Подрезка торцов и отрезка технологической «шейки» производится обычными призматическими резцами с общепринятыми режимами резания. Отверстия сверлятся на сверлильном станке.

Технологический процесс, предназначенный, для обработки детали винт будет иметь следующий вид: проведен чертежа детали. Чертеж детали представлен на рис.8. Для изготовления детали винт, берется заготовка из круга 70 мм и длиной L=490мм.

Материал заготовки - конструкционная сталь 45. Сопоставляя размеры заготовки можно отметить, что припуск на механическую обработку (точение) будет составлять: $\max = 25$ мм, (по «телу» винта) и $\min = 7$ мм (по шейке «головке» вала) на диаметре. С учетом требований, которые предъявляются к обработанной поверхности чертежом заданный припуск необходимо удалить за две операции – черновую и чистовую. На черновую операцию оставим 23 мм припуска по винту и 5 мм по головке. Весь этот припуск удаляется за несколько проходов по черновой операции и несколько проходов по чистовой. На черновой операции удаляется припуск

«головки» за 2 прохода» 1 проход – 3 мм, 2 проход – 2 мм. Припуск на винте удаляется за 5 проходов. За четыре прохода снимается 20 мм припуска. На последнем пятом проходе удаляется оставшиеся 3 мм. На чистовой операции удаление припуска осуществляется за 3 прохода: за первый проход снимается 2 мм припуска, за второй 1 мм и на последнем третьем проходе удаляется 0,38 мм.

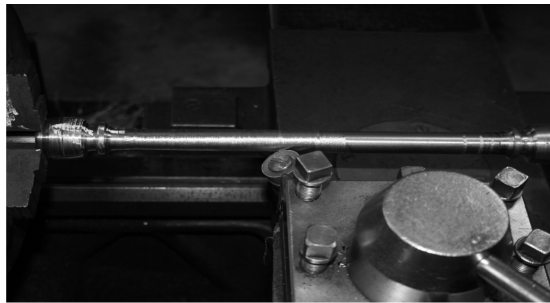


Рис. 8. Винт

Припуск на «головке» винта распределяется следующим образом на черновой операции 5 мм, снимаются за один проход. На долю чистовой операции остается 2 мм плюс допуск равный 0,74 мм. Поэтому разобьем черновую операцию на 3 прохода: на 1 проходе удаляется 1,5 мм, на втором 0,1 и на третьем проходе 0,5 мм. Подрезка торцов и производится обычным призматическим твердосплавным резцом.

Подача на обработку детали винт назначается в следующих пределах: на черновой операции подача равна $S = 1,2$ мм/об, для чистовой операции устанавливалась подача в размере $S = 0,5$ мм/об.

Скорость резания назначается из предыдущего технологического процесса по обработке карданного вала, а именно на черновой операции $V = 1,5$ м/сек; на чистовой операции $V = 3$ м/сек.

Список использованной литературы.

1. Маталин А.А., Технология машиностроения, Л., Машиностроение, 1985 г. -549 с.
2. М. Е. Егоров, В. И. Дементьев, В. Л. Дмитриев Технология машиностроения, М.: Машиностроение, 1976г.-610с.
3. Мелконов Л.Д. Принудительное вращающийся чашечный резец - М.: Машиностроение, №3, 1980. с. 19
4. Мелконов Л.Д. Исследование влияния угла скрещивания и режимов резания на качество и точность обработанной поверхности чашечным принудительно вращающимся резцом – В сб. Прогрессивные конструкции режущих инструментов и рациональные условия их эксплуатации.-М.: 1983,с.34-38

ЭЛЕМЕНТЫ ОПТИМАЛЬНОГО ПОИСКА КОНСТРУКТОРСКИХ РЕШЕНИЙ

Кроль О.С., к.т.н., доц., Кадаффи М.С., Великоцкий В.В.

Восточноукраинский национальный университет им. В.Даля

Целью данной работы является совершенствование процедуры оптимизации при создании технологических систем металлообработки.

Обеспечение определенного уровня точности и виброустойчивости станков одна из главных задач станкостроения. Определение рационального баланса податливости станка является актуальной задачей и может рассматриваться как критерий оптимизации при вычислении статической жесткости базовых деталей и конструкции целиком. Решающим образом на податливость конструкции станка оказывают формообразующие шпиндельные узлы. Так деформации подвижных шпиндельных узлов фрезерных и многооперационных станков могут составлять до 70 % общей.

Комплексный характер расчетов шпиндельных узлов на жесткость и сопротивление пластическим деформациям с учетом распределения напряжений, требует применения развитых систем автоматизированного проектирования. Одним из эффективных средств решения трудоемких проектных задач по созданию оптимальных машиностроительных конструкций является CAD/CAM/CAE/PDM САПР АРМ WinMachine [4].

В работе [1] была рассмотрена оптимизация шпиндельного узла многоцелевого станка. Варьируемым параметром являлся диаметр шпинделя на переднем конце (базовое значение $D = 86$ мм), а также типы конструкции переднего и заднего подшипника.

В результате проведенного расчёта было получено несколько вариантов шпиндельного узла, превосходящих по своим характеристикам базовый. В работе [2] была рассмотрена задача многокритериальной оптимизации (МКО) шпиндельного узла внутришлифовального станка методом ЛП-поиска [3].

Анализ работ показал, что в технической литературе недостаточно полно рассмотрены работы, посвященные многокритериальной оптимизации шпиндельного узла обрабатывающих центров. Поэтому нахождение оптимального решения является актуальной проблемой в современном машиностроении.

Рассмотрим задачу поиска оптимальной конструкции шпиндельного узла (шпиндель – расточная оправка) привода главного движения многооперационного фрезерно-сверлильно-расточного станка модели СФ68ВФ4, представляемого в виде балки постоянного сечения на двух шарнирных опорах, конструктивная и расчетная схема которого приведены на рис.1.

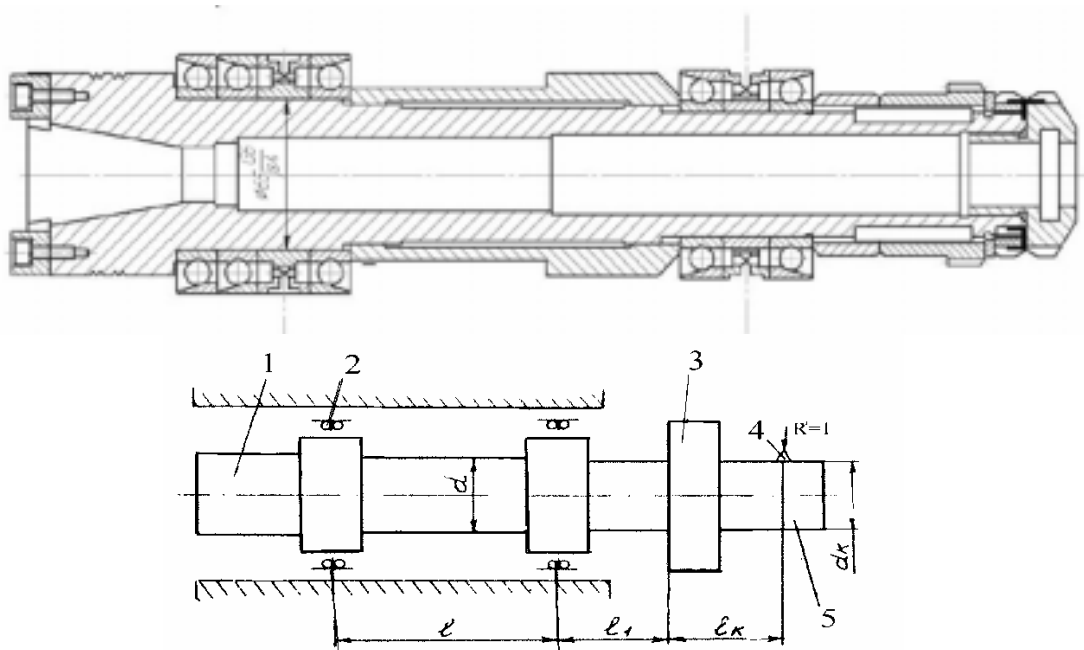


Рис. 1. Конструктивная схема ШУ: 1 – шпиндель; 2 – опора на сдвоенных подшипниках качения с предварительным натягом; 3 – фланец; 4 – режущий инструмент; 5 – консоль (включающая фланец)

В передней опоре шпинделя установлены три радиально-упорных подшипника 46113 (65×100×18 мм, $C_0 = 24500$).

В задней опоре установлены сдвоенные радиально-упорные шарикоподшипники 46112 (60×95×18 мм, $C_0 = 24500$), смонтированные по схеме «тандем-О».

Предварительный натяг реализован разновысотными прокладочными кольцами с возможностью подгонки и регулирования по величине. Величина предварительного натяга $P_H = 1150$ Н.

Сложность задачи МКО напрямую зависит от количества учитываемых критериев и числа оптимизируемых параметров (размерность задачи). Для многокритериальной оптимизации эффективное применение находит метод ЛП-поиска. Достоинства данного метода заключаются в том, что математический аппарат метода ЛП-поиска обеспечивает формирование векторов X_1, X_2, X_n в N точках, равномерно расположенных в пространстве независимых параметров. Другим важным достоинством этого метода является выработанная удобная форма анализа комплекса частных критериев в виде так называемой таблицы испытаний.

Таким образом, общее число испытаний равно N и для каждого из них вычисляют значения всех частных критериев. Каждому критерию в таблице испытаний отведена одна строка, в которой значения этого критерия располагают в порядке возрастания с указанием номера испытаний.

В данной работе принят следующий комплекс частных критериев, используемых при оценке качества работы шпиндельного узла:

1. $y_1(x)$ - упругое радиальное перемещение от единичной силы переднего конца шпинделя, обусловленное податливостью шпинделя и его опор (A_s);
2. $y_2(x)$ - максимальные радиус-векторы (A_s) амплитудной фазо-частотной характеристики (АФЧХ) шпиндельного узла по возмущению от силы резания в радиально направлении на первой собственной частоте;
3. $y_3(x)$ - приведенная нагрузка на переднюю опору R_{ns} шпинделя от единичной силы на его переднем конце.

Базовому варианту шпиндельного узла соответствуют следующие значения составляющих векторов X_0 :

$d = 65$ мм; $l = 148$ мм; $l_1 = 68$ мм; $l_\phi = 45$ мм; $d_\phi = 92$ мм; $l_k = 55$ мм; $l_n = 3$ мм; $l_3 = 3$ мм.

Ограничения на управляемые параметры заданы следующим образом:

$$\begin{aligned} 34 \leq d \leq 120 & \qquad 80 \leq l \leq 250 \\ 0 \leq l_n \leq 30 & \qquad 0 \leq l_3 \leq 60 \end{aligned}$$

В качестве критериальных ограничений приняты значения частных критериев базового варианта:

$$y_k(x) \leq y_k(x_0), k = 1, 2, 3.$$

Результаты расчетов на ЭВМ представлены в виде табл. 1. Каждая строка таблицы соответствует одному из частных критериев, в числителе указан номер i варианта шпиндельного узла (всего было просчитано $N = 128$ варианта), а в знаменателе – нормированное значение частного критерия, соответствующего данному варианту. Значения управляемых параметров для вариантов 25 и 110. приведены в табл. 2

Проведенный анализ таблицы 1 позволяет выбрать оптимальный вариант решения задачи оптимизации конструкции шпиндельного узла.

Для всех приведенных вариантов характерны различные значения l_n и l_3 , причем имеется тенденция к уменьшению размеров l_n и увеличению размеров l_3 . Сближение подшипников в передней опоре увеличивает ее жесткость, а увеличение l_3 повышает заземляющий эффект задней опоры.

Таблица 1

Таблица результатов испытаний

$$\Delta = 8.438 \times 10^{-6} \quad R_{\pi} = 1.1957 \quad A = 8.8363 \times 10^{-5}$$

	1	2	3	4	5	6	7	
$\Delta s =$	87	47	127	79	31	55	103	
	1	1.0191	1.0216	1.0221	1.0262	1.0388	...	

	1	2	3	4	5	6	7	8	
$R_{\pi s} =$	112	56	25	110	76	42	37	127	
	1	1.0717	1.0778	1.0825	1.0843	1.0908	1.0923	...	

	1	2	3	4	5	6	7	
$A_s =$	87	47	127	79	31	55	103	
	1	1.0191	1.0216	1.0221	1.0262	1.0388	...	

Таблица 2

Значения управляемых параметров двух вариантов шпиндельного узла, мм

№ варианта	d	l	l_n	l_z
25	90.0	489.063	27.188	20.625
110	75.0	486.328	22.266	22.969

Выбор окончательного варианта осуществляется конструктором на основе данной таблицы испытаний. Этот выбор будет осуществлен с учетом параметрических изменений конструкции в процессе оптимизации.

Литература

1. Горностаев А.В. Использование качественных характеристик при многокритериальной оптимизации методом ЛП-поиска// СТИН. - 1995. - №4. - с. 32-34.
2. Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных вузов/Под ред. В.Э. Пуша. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с.
3. Соболев И.М. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями/ И.М. Соболев, Р.Б. Статников. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2006. – 175 с.

ЭЛЕМЕНТЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА СПОСОБА СМАЗКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Кроль О.С., к.т.н., доц., Кадаффи М.С., Великоцкий В.В.

Восточноукраинский национальный университет им. В.Даля

Целью данной работы является совершенствование процедуры принятия решений при создании технологических систем металлообработки.

Комплексный, многовариантный подход к проектированию лежит в основе современной методологии создания технологических систем (ТС). Под технологической системой, согласно ГОСТ 27.004-85, понимается совокупность функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения, предметов производства и исполнителей для выполнения в регламентированных условиях производства заданных технологических процессов или операций.

В работах, посвященной этой проблеме [1, 2] используется инструментальный традиционного процесса проектирования (последовательность актов анализа, синтеза и принятия решений), который предполагает распараллеливание проектных задач, использование модульного принципа и декомпозиции вида проектных работ.

Вместе с тем предлагаемая выше логика проектирования не затрагивает вопросы взаимодействия генерируемых проектных вариантов и системы приоритетов для выбора компромиссного варианта конструкции деталей и узлов технологических систем.

В качестве примера рассматривается основной формообразующий шпиндельный узел (ШУ) технологической системы. На основе учета особенности взаимодействия компонентов процесса проектирования, представленных в работах [3, 4], предлагается модифицированная схема выбора ШУ на опорах качения (рис.1). В этом случае процесс выбора проектных альтернатив (вариантов ШУ как технической подсистемы ТС) не сводится к оценке и сравнению имеющихся вариантов, а состоит в одновременном (параллельном) конструировании двух компонентов схемы выбора: «Представлений о вариантах ШУ» и «Представлений о предпочтениях проектанта». Разрешение противоречия [3] между системой предпочтений и свойствами рассматриваемых проектных альтернатив (ограничение задачи путем учета только существенных свойств зависит от тех предпочтений, которыми мы собираемся воспользоваться) практически будет связано с вводом так называемой «процедуральной» модели (рис.1) [5].

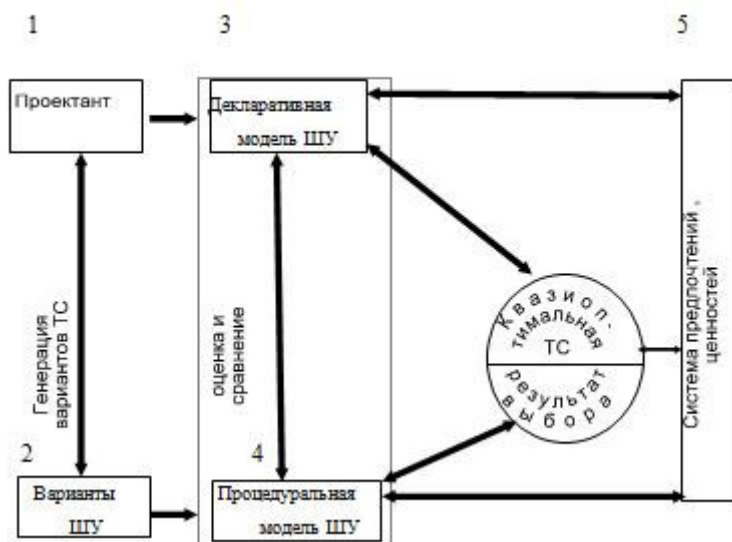


Рис.1. Модифицированная схема выбора проектных альтернатив

Формирование полных проектных вариантов, составляющих основу декларативной модели в процедуре рационального выбора, невозможно без определения способа и конструкции смазки опор, как одного из существенных свойств. На этапе первичного формирования проектных альтернатив перечислены возможные способы смазки. Не все эти способы применимы в конструкциях высокоточных, скоростных станках. Область рационального применения ограничена быстроходностью, характеризуемой числом dn_{max} , где d – диаметр отверстия подшипника в мм; n_{max} – максимальное число оборотов, или числом $d_{cp}n_{max}$, где d_{cp} – средний диаметр подшипника.

Для данного случая рассмотрения при расположении на переднем конце 113 подшипника: $d = 65$ мм; $d_{cp} = 82,5$ мм; $n_{max} = 4000$ мин⁻¹.

Величина быстроходности $dn_{max} = 260000$ мм·мин⁻¹ и $d_{cp}n_{max} = 330000$ мм·мин⁻¹ позволяет сделать суждения о применимости способов смазки. Так, жидкая смазка в маслянной ванне ограничена числом $d_{cp}n_{max} = 100000$ мм·мин⁻¹, что является неприемлимым. С другой стороны, такие способы как впрыск масла, минимальная капельная смазка и маслянный туман применимы при больших числах быстроходности ($d_{cp}n_{max} > 750000$ мм·мин⁻¹).

В искомых расчетных пределах в основном применяются циркуляционная смазка (натуральная и принудительная), обеспечивающая необходимый по условию теплоотвода расход смазки через подшипник, и включающая систему охлаждения.

Наряду с жидкими, применяются и консистентные смазки, которые ограничены относительно малыми числами быстроходности. Так для рассматриваемых радиально-упорных подшипников серии 46000 с углом контакта 26° предельная быстроходность находится в диапазоне: $dn_{max} = 220000 \dots 320000 \text{ мм} \cdot \text{мин}^{-1}$, что подходит для данного расчетного варианта $dn_{max} = 260000 \text{ мм} \cdot \text{мин}^{-1}$. Консистентные смазки должны обладать хорошими смазывающими свойствами, хорошо сопротивляться старению и надежно защищать подшипник от коррозии. Необходимый объем смазки V , м^3 вычисляется по формуле [6]:

$$V = f \frac{B d_{cp}}{1000} \cdot 10^{-4},$$

где B – ширина подшипника, мм; f – коэффициент, зависящий от размеров подшипника; $f = 1,0$ при $d = 40 \dots 100$ мм.

Объем V для расчетного варианта составит

$$V = 1,0 \frac{18 \cdot 82,5}{1000} \cdot 10^{-4} = 1,49 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3.$$

Применение высококачественных смазок делает ненужным ее замену в течение всего срока службы.

Качество консистентных смазок оценивается показателем степени проникновения – число пенетрации. В расчетных вариантах используются Литиевые смазки, типа ЦИАТИН-202 с числом пенетрации в диапазоне 285...315.

Выбор типа смазки, расположение шпиндельного узла и условия эксплуатации диктуют и тип уплотнения. Так при горизонтальном расположении шпинделя, консистентной смазке подшипника, чаще всего применяются лабиринтные уплотнения безконтактного типа. Для защиты подшипников в особо тяжелых условиях на малых и средних оборотах оно усиливается манжетным уплотнением и, наоборот, для защиты ШУ, работающих в благоприятных (по загрязнению) условиях применяются щелевые уплотнения.

Таким образом, основным инвариантом декларативной модели является полное описание проектной альтернативы ШУ, которое детализирует укрупненное, являющееся инвариантом блока выбора проектных альтернатив (блок 2, “Варианты ШУ”, рис.1).

Использование инструментария рационального выбора, обеспечивает эффективную процедуру многовариантного проектирования с возвратным характером, делая целенаправленным процесс анализа, синтеза и принятия решений. С позиций элемента схемы выбора «Декларативная модель» рассмотрена процедура выбора системы смазки шпиндельного узла.

Литература

1. Пуховский Е.С. Математическое моделирование процесса технологического проектирования станочных систем// Технология и автоматизация машиностроения. – 1991. – Вып.47. – с.77-87.
2. Аверьянов О.И. Модульный принцип построения станков с ЧПУ. – М.: Машиностроение. – 1987. – 232 с.
3. Емельянов С.В. Системы, целенаправленность, рефлексия/ С.В. Емельянов, Э.Л. Наппельбаум// Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник 1981. – М.: Наука, 1981. – с. 7-38.
4. Кроль О.С. Инструментальные средства рационального выбора технологических систем механообработки// Вестник НТУ Украины «Киевск. Политехн. Ин-та». Машиностроение. – Вып. 32. – 1997. – с. 157-161.

5. Попов Э.В. Алгоритмические основы интеллектуальных роботов и искусственного интеллекта/ Э.В. Попов, Г.Р. Фирдман. – М.: Наука. – 1976. – 456 с.

6. Детали и механизмы металлорежущих станков/ Под ред. Д.Н. Решетова. – М.: Машиностроение. – 1972. – 520 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ВАЛОВ ЧАШЕЧНЫМИ РЕЗЦАМИ

Ткачѐв Р. П., Мелконов Г. Л. к.т.н, доц.

Восточнoукраинский национальный университет им. В. Даля

При рассмотрении жесткостных параметров обрабатываемых валов чашечным резцом необходимо объединить их в единое целое и рассматривать как систему. Причем необходимо учитывать тот факт, что каждый член этой системы (деталь, инструмент) при взаимодействии имеют свои индивидуальные жесткостные показатели, а также совместные.

Приведем расчеты, позволяющие определить момент инерции карданного вала и винта, представленных на рис.1 и на рис.2.

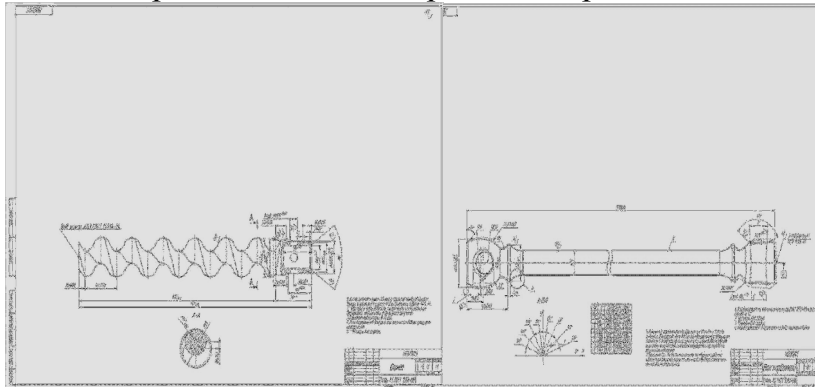


Рис.1. Карданный вал

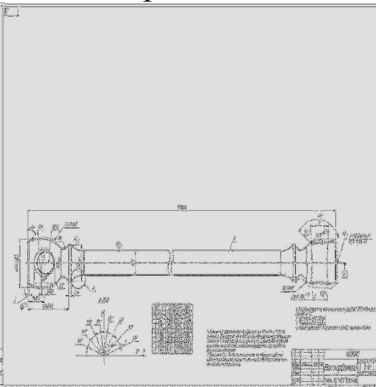


Рис.2. Винт



Рис.3. Подшипниковый узел

Карданный вал и винт представляют собой тела вращения, и вращение этих 2-х деталей во время обработки осуществляется вокруг их осей. Поэтому будем рассматривать момент инерции этих 2-х деталей относительно их осей. Первым условием для расчетов момента инерции представим, что оси неподвижны, и тела карданного вала и винта вращаются вокруг их неподвижных осей.

Так как карданный вал и винт являются достаточно сложными по конструкции телами вращения, для определения момента инерции этих 2-х деталей воспользуемся теоремой Гюйгенса-Штебнера, сущность которой сводится к следующему: момент инерции тела j относительно выбранной оси равен сумме моментов инерции всех отдельных участков этого тела. Поэтому вторым условием для определения момента инерции карданного вала и винта будет разделение всей длины этих 2-х деталей на отдельные участки более простой формы, а именно: шар, цилиндр, конус. А после определения моментов инерции этих отдельных участков суммируем полученные разрозненные моменты инерции, и, таким образом, определим моменты инерции самих карданного вала и винта. При этом выражение, определяющее осевой момент инерции тела, будет представлено в следующем виде:

$$J_0 = \int r^2 m = \int \rho r^2 V \quad (1), \text{ где}$$

m – масса рассматриваемого тела; r – расстояние от внешней точки тела до оси;
 V – объем рассматриваемого тела; ρ – плотность.

Так как карданный вал и винт изготавливаются из однородного металла марка СТ45, плотность этих обеих деталей постоянна, поэтому формулу (1) можно записать в следующем виде:

$$J_0 = \rho \int r^2 V \quad (2)$$

Для определения момента инерции детали карданный вал условно разделим деталь на 2 сферы (расположенные на концах карданного вала), сплошной цилиндр (средняя часть), две соединительные галтели, представленные в виде сплошных цилиндров, диаметр которых приравняем к диаметру средней части. Кроме этих участков на детали карданный вал есть два фланца, которые также представляют собой сплошные цилиндры.

Момент инерции сферы $J_{ш.}$ будет определяться как момент инерции сферы $J_{сф.}$ минус момент инерции сплошного цилиндра $J_{от.}$, расположенного внутри этой сферы, при этом сплошной цилиндр – это просверленное отверстие.

Формула, определяющая момент инерции сферы $J_{сф.}$ имеет следующий вид:

$$J_{сф.} = \frac{2}{5} \cdot m r^2 \quad (3)$$

Массу тела сферы определим через объем и плотность:

$$m = \rho V, \text{ где объем } V = \pi r^2$$

Формула для определения момента инерции просверленного отверстия представляется следующим выражением:

$$J_{от.} = \frac{1}{4} \cdot m r^2 + \frac{1}{12} \cdot m l^2 \quad (4)$$

Массу цилиндра определим по формуле:

$$m = \rho V, \text{ где объем } V = \pi r^2 \cdot l$$

Окончательный момент инерции сферы $J_{ш.}$ определим из выражения:

$$J_{ш.} = J_{сф.} - J_{от.}$$

Учитывая, что сфер две, момент инерции 2-х сферических участков $J_{шр.}$ будет равен:

$$J_{шр.} = J_{ш.} \cdot 2$$

Момент инерции средней части карданного вала $J_{ц.}$ определим как момент инерции сплошного цилиндра, используя формулу:

$$J_{ц.} = \frac{1}{2} \cdot m r^2 \quad (5)$$

Момент инерции 2-х фланцев $J_{ф.}$ определим как момент инерции 2-х сплошных цилиндров:

$$J_{ф.} = \left(\frac{1}{2} \cdot m r^2 \right) \cdot 2 \quad (6)$$

Момент инерции карданного вала $J_{к.в.}$ определим простым сложением моментов инерции всех частей:

$$J_{к.в.} = J_{шр.} + J_{ц.} + J_{ф.} \quad (7)$$

Определим момент инерции детали винт, для чего мысленно разделим деталь на более простые участки и определим их моменты инерции.

Первым участком будет тело винта. Диаметр винта определяется (замеряется) между вершиной и впадиной. Также дана длина тела винта $L_{в.}$. Так как диаметр тела винта по всей длине одинаков, то для расчета момента инерции тела винта $J_{в.}$ представим его как сплошной цилиндр. И сам момент инерции тела винта $J_{в.}$ определим по формуле:

$$J_{в.} = \frac{1}{2} \cdot m r^2 \quad (8)$$

Второй участок детали винт условно назовем «головкой» винта, в которой нам известны размеры:

- наружного и внутреннего диаметров «головки»;
- длин наружной и внутренней части «головки».

Помимо этого, с 4-х сторон в «головке» винта просверлены 4 отверстия одинаково малых диаметров на одинаковом расстоянии от торца «головки». Момент инерции «головки» $J_{гол.}$ определим из выражения:

$$J_{гол.} = m(r_1^2 + r_2^2 / 2) \quad (9)$$

При этом моментами инерции просверленных отверстий в «головке» винта в силу их незначительных величин можно пренебречь.

Момент инерции всей детали винт $J_{д.в.}$ определим как сумму моментов инерции самого тела винта и «головки»:

$$J_{д.в.} = J_{в.} + J_{гол.} \quad (10)$$

Чашечному резцу в процессе точения детали (карданного вала или винта) сообщается вращение от контакта с деталью. Вследствие этого вращения возникает момент инерции чашечного резца. Определение момента инерции подшипникового узла чашечного резца (рис.3) сводится к определению момента инерции отдельных его вращающихся деталей, а именно: оси - 2; подшипников - 3; дистанционных колец - 5; стопорных гаек - 7; чашечной пластины - 8; винта крепление - 9.

Определим момент инерции детали ось $J_{ось}$, для чего представим саму ось как сплошной цилиндр массой m радиуса r , вращающийся вокруг своей оси:

$$J_{ось} = \frac{1}{2} \cdot mr^2$$

Так как нам неизвестна масса оси, но есть ее размеры, найдем массу через объем V и плотность детали ρ :

$$J_{ось} = \frac{1}{2} \rho V \cdot r^2$$

Определим момент инерции 2-х одинаковых подшипников $J_{подшип.}$, представленных как полые цилиндры:

$$J_{подшип.} = [m(r_1^2 + r_2^2 / 2)] \cdot 2$$

В подшипниковом узле также имеется 3 дистанционных кольца, и они идентичны. Момент инерции этих колец $J_{дис.кол.}$ определим как момент инерции цилиндров:

$$J_{дис.кол.} = [m(r_1^2 + r_2^2 / 2)] \cdot 3$$

Момент инерции двух стопорных гаек $J_{стоп.гаек}$ определим аналогичным образом.

Момент инерции чашечной пластины $J_{чаш.пл.}$ также определим аналогично, при этом массу пластины возьмем из ГОСТа.

Момент инерции крепежного винта $J_{креп.винта}$ определим как момент инерции цилиндра.

Общий момент инерции вращающихся деталей подшипникового узла чашечного резца складываем из моментов инерции:

$$J = J_{ось} + J_{подшип.} + J_{дис.кол.} + J_{стоп.гаек} + J_{чаш.пл.} + J_{креп.винта}$$

Литература

1. Маталин А.А., Технология машиностроения, Л., Машиностроение, 1985 г. - 549 с.
2. М. Е. Егоров, В. И. Дементьев, В. Л. Дмитриев Технология машиностроения, М.: Машиностроение, 1976г. - 610с.
3. Мелконов Л.Д. Принудительное вращающийся чашечный резец - М.: Машиностроение, №3, 1980г., с. 19

4. Мелконов Л.Д. Исследование влияния угла скрещивания и режимов резания на качество и точность обработанной поверхности чашечным принудительно вращающимся резцом – В сб. Прогрессивные конструкции режущих инструментов и рациональные условия их эксплуатации. - М.: 1983г., с.34-38
5. Мелконов Л.Д. Технологическое обеспечение качества и точности обработки валов принудительно вращающимися резцами. - Дис. канд. техн. наук.- Москва, 1985г. - 188с.

ВЫБОР СХЕМЫ РЕЗАНИЯ И ОРИЕНТАЦИИ ЧАШЕЧНОГО РЕЗЦА ПРИ ТОЧЕНИИ ВАЛОВ

Попов Д.О, Мелконов Г.Л. к.т.н. доцент

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

Улучшение технико-экономических показателей процесса обработки может быть достигнуто за счет замены трения скольжения на трение качения. Это приводит к созданию условий для значительного повышения стойкости инструмента и как следствие - повышение производительности процесса обработки. Особенности преимущества от замены трения скольжения на трение качения между обрабатываемой заготовкой, стружкой и инструментом очевидны. Для реализации принципа трения качения при обработке заготовок резания режущая кромка инструмента должна представлять из себя бесконечную кривую, т.е. окружность. Тогда вся конструкция инструмента должна иметь форму тела вращения.

Повышение стойкости вращающегося инструмента связана с увеличением длины режущего лезвия. Вращение режущего лезвия способствует активному теплоотводу температуры с поверхности инструмента.

Отличительной особенностью процесса обработки заготовок инструментом с вращающейся режущей кромкой является замена в контактных зонах скольжения на качение.

Обработка заготовок инструментами с вращающейся режущей кромкой связана с радикальным изменением схемы резания и их взаимодействие.

В зависимости от установки вращающегося инструмента, относительно обрабатываемой различают две геометрические схемы резания. Эти схемы отличаются друг от друга тем, что поверхность большего торца чашки в зависимости от установки противоположны. В случае установки инструмента когда больший торец выполняет роль передней поверхности – первая схема. При установке инструмента таким образом, что боковая поверхность чашечного инструмента является передней – вторая схема. Анализ литературных источников показал, что помимо схем резания существуют два метода ориентации чашечного резца относительно обрабатываемой заготовки: прямая и обратная. Для проведения дальнейших исследований, основываясь на литературных данных, принимаем первую схему резания и прямую ориентацию чашечного резца.

Обоснование выбора схемы резания, при проведении экспериментальных исследований при точении нежестких валов круглыми самовращающимися резцами, для изучения и определения сил резания и шероховатости обработанной поверхности, является неотъемлемым условием. Как отмечено выше существуют две схемы установки чашечного резца относительно обрабатываемой поверхности. Эти схемы отличаются друг от друга тем, что функции одной и той же поверхности чашки в зависимости от её установки – противоположны (рис. 1). Первая схема установки чашечного резца, характеризуется тем, что больший торец выполняет функции передней поверхности (рис. 1.а.). Вторая схема установки чашечного резца обуславливается тем, что больший торец выполняет функции задней поверхности (рис. 1.б.). [4]

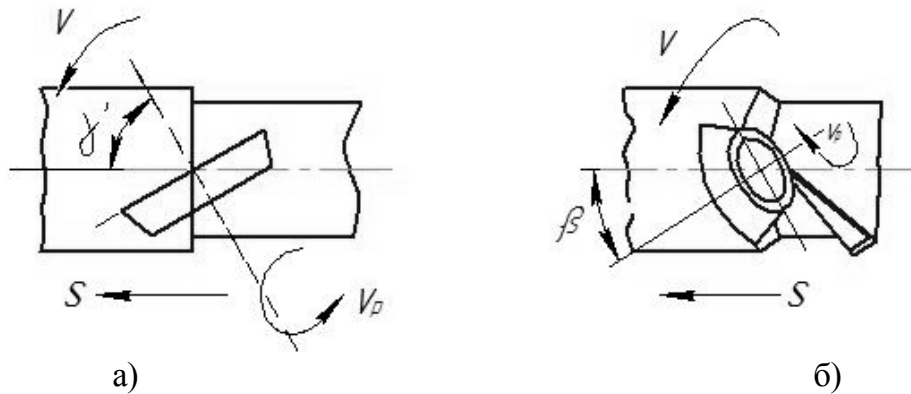


Рис.1.

Помимо схем установки также существуют две разновидности ориентации чашечного резца относительно направления подачи. Эти две разновидности установки оси чашечного резца различаются в следующем: если ось резца наклонена в сторону подачи – прямая, противоположном направлении – обратная. На начальном этапе экспериментальных исследований остановим наше внимание на первой схеме установки чашечного резца и на прямом резании. Для проведения экспериментальных исследований необходимо задать параметры, которые будут определять процесс точения нежестких валов чашечными резцами. По известным определениям приведенных в литературных источниках [1]. М. Е. Егоров, В. И. Дементьев, В. Л. Дмитриев [Технология машиностроения] к нежестким валам следует относить валы; длина и диаметр которых находятся в соотношении $\frac{L}{D} \geq 10$. В настоящее время на предприятии ООО «НЭРТИС» Луганска ведётся производство винтовых насосов. Неотъемлемой частью этих насосов являются два вала: карданный вал и винт (рис. 2). Геометрические параметры этих деталей полностью отвечают определению нежестких валов. Поэтому остановим своё внимание на исследовании обработки этих деталей на токарном станке чашечными резцами.

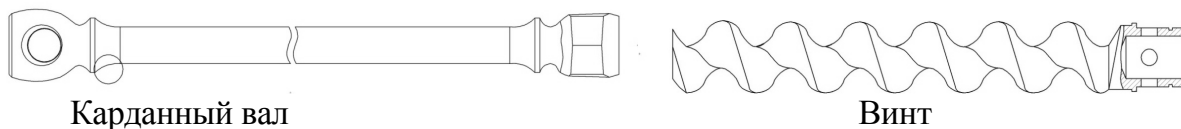


Рис. 2.

В качестве круглого чашечного резца используем твёрдосплавную круглую пластину диаметром 32мм толщиной 10мм с базовым отверстием диаметром 10 мм. Использовались твёрдосплавные пластины двух марок. Для чернового точения применялась марка 8K8, для чистовой обработки Т15К6. Для реализации принципа вращения чашечного резца был сконструирован и изготовлен специальный подшипниковый узел представленный на рис. 3..

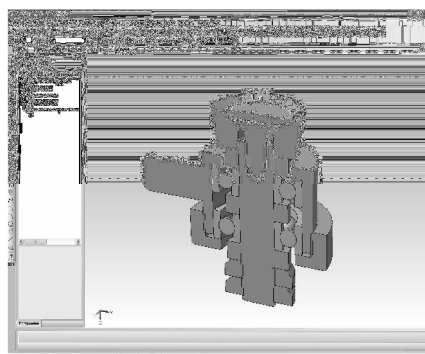


Рис.3

Подшипниковый узел чашечного резца состоит из корпуса 1, оси 2, двух подшипников 3, упорной части 4, дистанционных колец 5, установочного пальца 6, стопорных гаек 7, чашечной пластины 8 и винта крепления пластин 9. На ось 2 устанавливались 2 подшипника, расстояние между которыми выставлялось с помощью дистанционных колец 5. На Верхнюю часть оси устанавливалась твердосплавная чашечная пластина и закреплялась с помощью винта. После этого подшипники, ось, чашечная пластина устанавливалась в корпусе 1, и фиксировалась упорной гайкой 4. Подшипниковый узел в сборе посредством установочного пальца базировался в теле державки. Подшипниковый узел вращается в теле резцедержавки на установочном пальце, это позволяет устанавливать различные углы скрещивания осей чашечного резца и оси детали.

Заключение

Данная статья посвящена анализу литературных источников с целью подбора оптимальной схемы резания и схемы установки. Принята первая схема резания и прямая схема установки. Использование непрерывно вращающегося чашечного резца обеспечивает контакт каждой точки режущей кромки с заготовкой в значительно краткий промежуток времени по сравнению с периодом, когда она не находится в контакте с обрабатываемой заготовкой.

В результате этого режущая кромка резца охлаждается, что значительно повышает его стойкость и создает условие для обработки высокопрочных сталей и труднообрабатываемых сплавов.

Список использованной литературы.

1. Егоров М. Е., Дементьев В.И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения, М.: Машиностроение, 1976г.-610 с.
2. Маталин А.А., Технология машиностроения, Л., Машиностроение, 1985 г. -549 с..
3. Мелконов Л.Д. Принудительно вращающийся чашечный резец - М.: Машиностроение, №3, 1980. с. 19
4. Мелконов Л.Д. Исследование влияния угла скрещивания и режимов резания на качество и точность обработанной поверхности чашечным принудительно вращающимся резцом – В сб. Прогрессивные конструкции режущих инструментов и рациональные условия их эксплуатации.-М.: 1983,с.34-38
5. Мелконов Л.Д. Технологическое обеспечение качества и точности обработки валов принудительно вращающимися резцами.-Дис....канд.техн. наук.-Москва,1985г.-188с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЧАСТОТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ТОРМОЖЕНИИ МОСТОВЫХ КРАНОВ, РАБОТАЮЩИХ В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Збитнев П.В.¹, аспирант; Неженцев А.Б.², к.т.н., доц.

¹Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля;

²Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

Среди грузоподъемных машин, используемых для выполнения погрузочно-разгрузочных операций, монтажных и ремонтных работ в химической промышленности, наиболее часто применяются мостовые краны [1]. Большинство из них в Украине оснащено устаревшими релейно-контакторными панелями для управления асинхронными электродвигателями с фазным ротором.

В настоящее время, все больше мостовых кранов выпускаются с частотно-управляемыми электроприводами, которые имеют бесспорные преимущества по сравнению с традиционным релейно-контакторным управлением: более широкий диапазон регулирования частоты вращения ротора; высокая точность и плавность

регулирования скорости механизмов; жесткие механические характеристики; значительно меньшие потери электроэнергии; возможность использования простых и надежных короткозамкнутых двигателей вместо двигателей с фазным ротором. Однако вопросы динамики грузоподъемных кранов с частотным управлением в тормозных режимах остаются малоисследованными.

Цель работы - развитие методики оптимизации и поиск оптимальных параметров торможения частотно-управляемых мостовых кранов.

Оптимизация процесса торможения мостового крана г/п 20 т пролетом 28,5 м выполнена методом крутого восхождения (Бокса-Уилсона) [2]. Движение мостового крана, представленного трехмассовой динамической моделью [3], описывается системой нелинейных дифференциальных уравнений, где приведенная к ходовым колесам сила привода в режиме частотно-управляемого торможения определялась по закону, который описан в [4].

Тормозные процессы мостовых кранов довольно полно характеризуется следующими величинами, выбранными в качестве параметров оптимизации: время торможения крана t_T , максимальные нагрузки на металлоконструкцию крана $P_M^{\max}$, максимальные горизонтальные нагрузки на груз $P_K^{\max}$. Значение параметров оптимизации крана t_T , $P_M^{\max}$, $P_K^{\max}$ определялись по результатам численного интегрирования системы нелинейных дифференциальных уравнений [3], которые описывают процесс торможения мостового крана. При этом максимальные значения переменных $P_M^{\max}$, $P_K^{\max}$ вычислялись путем сравнения на каждом шаге интегрирования.

В качестве критерия оптимизации была использована обобщенная функция желательности Харрингтона D [2]. Для ее построения получены зависимости, которые позволяют преобразовывать значения параметров оптимизации t_T , $P_M^{\max}$, $P_K^{\max}$ в частные функции желательности: $d_1 = f_1(t_T)$, $d_2 = f_2(P_M^{\max})$, $d_3 = f_3(P_K^{\max})$. Обобщенная функция желательности D представляет собой среднее геометрическое частных функций d_i .

В качестве варьируемых факторов, которые задают механическую характеристику привода в режиме частотно-управляемого торможения были выбраны: шаг изменения частоты частотного преобразователя (h_q) и время выдержки на одной частоте (T_B). Задача оптимизации характеристик привода передвижения крана в режиме частотно-управляемого торможения заключается в поиске таких значений h_q и T_B , при торможении по которым обобщенный критерий оптимизации D будет наибольшим.

Сначала для оптимизации параметров частотного управления при торможении мостового крана был аппроксимирован начальный локальный участок поверхности отклика D_i полиномом первой степени. Для этого проведен полный факторный эксперимент типа 2^2 и получено уравнение регрессии:

$$D = 0,81 + 0,062z_1 - 0,072z_2, \quad (1)$$

где z_1 и z_2 - кодированные значения варьируемых факторов (h_q и T_B).

Далее, после проверки адекватности уравнения регрессии (1) и расчета шагов движения в направлении оптимума, был проведен ряд опытов крутого восхождения. Лучший результат с наибольшим значением критерия D был получен в опыте №4, согласно которому: $P_M^{\max} = 22,9$ кН, $P_K^{\max} = 13,3$ кН, $t_T = 6,8$ с. Результаты оптимизации оказались не только лучшими, чем все опыты в начальном локальном участке, а и существенно превысили показатели традиционного для практики торможения противовключением.

На рис. 1 и рис. 2 приведены графики переходных процессов мостового крана г/п 20 т в режимах, соответственно, торможения противовключением электродвигателей (рис. 1) и частотно-управляемого торможения по найденной оптимальной характеристике (рис. 2).

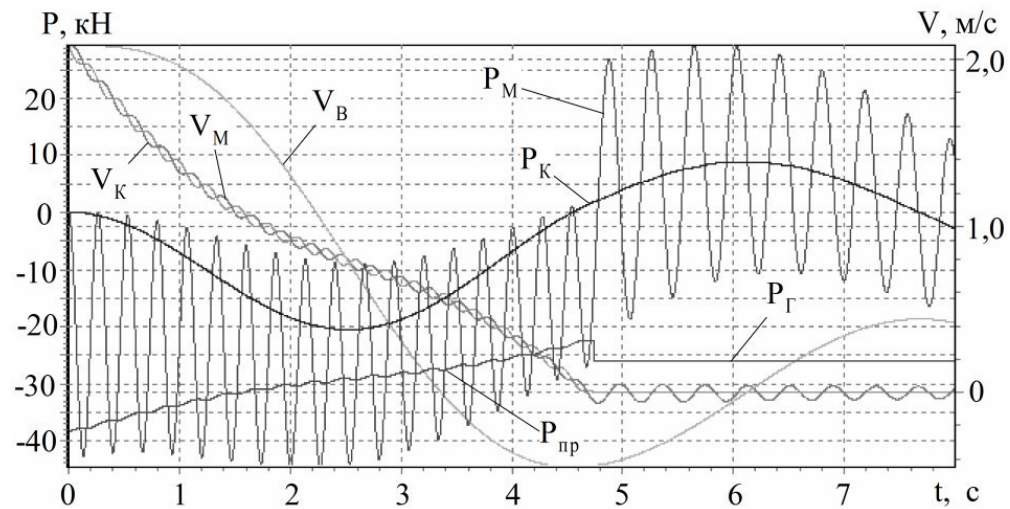


Рис. 1 - График процесса торможения мостового крана г/п 20 т в режиме противовключения

Анализ графиков на рис. 1 и рис. 2 показывает, что оптимизация параметров частотного управления привода передвижения крана оказалась успешной и позволила, по сравнению с торможением крана в режиме противовключения снизить величину максимальных динамических нагрузок на металлоконструкцию крана $P_M^{\max}$ и горизонтальных динамических нагрузок $P_K^{\max}$, действующих на груз, соответственно, на 48,5% и 35,1%, а амплитуда раскачивания груза после остановки крана при этом уменьшилась в 9 раз и составила лишь 15 мм при длине подвеса груза 8 м.

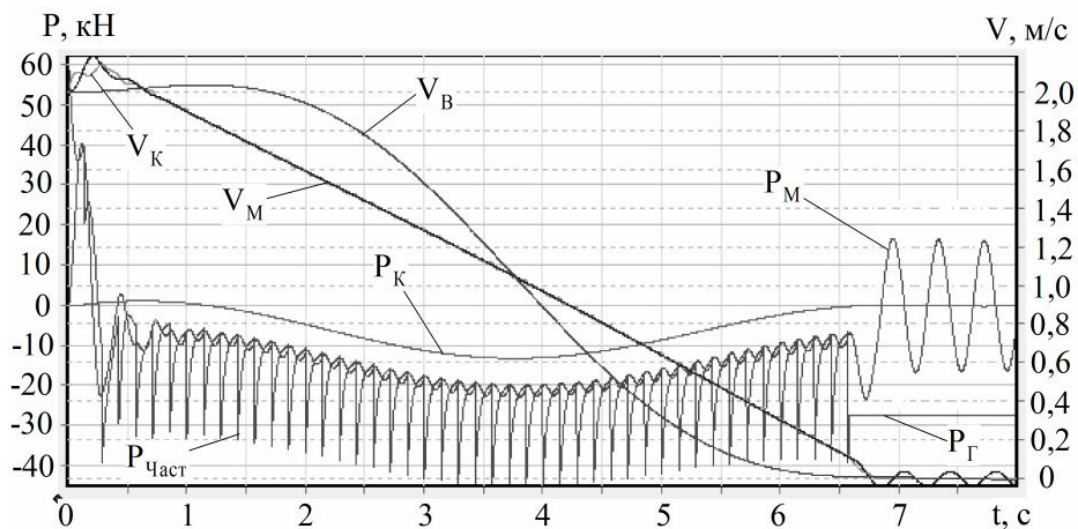


Рис. 2 - График процесса торможения мостового крана г/п 20 т в режиме частотно-управляемого торможения по оптимальной характеристике

Выводы: 1. Разработанная методика оптимизации механических характеристик кранового электропривода является эффективным инструментом повышения технико-экономических показателей грузоподъемных кранов и может применяться как для кранов, которые эксплуатируются так и для машин, которые находятся на стадии проектирования.

2. Существенно снизит динамические нагрузки и повысит производительность грузоподъемных кранов можно путем оптимизации механических характеристик электропривода передвижения по обобщенному критерию, который содержит параметры динамических нагрузок и производительности кранов.

3. В результате оптимизации параметров частотного управления мостового крана г/п 20 т, удалось снизить динамические нагрузки на металлоконструкцию крана на 35-48%, а амплитуду раскачивания груза после остановки крана - в 9 раз по сравнению с торможением противовключением.

Литература:

1. Справочник по кранам: В 2 т. / Под общ. ред. М.М. Гохберга. – Л.: Машиностроение, 1988. - Т.1 – 536 с; Т.2 – 559 с.

2. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 279 с.

3. Неженцев А.Б. Оптимизация механических характеристик привода передвижения мостового крана в режиме двухступенчатого противовключения / А.Б. Неженцев, П.В. Збитнев // Вісник Східноукраїнського національного ун-ту ім. В.Даля, №7(224). – Сєвєродонецьк: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2015. – С. 36-42.

4. Збітнєв П.В. Математична модель приведеної сили електропривода крана з частотним управлінням / П.В. Збітнєв, О.Б. Неженцев // Тези доповідей всеукраїнської наук.-техн. конф. молодих вчених та студентів «Інновації молоді - машинобудуванню». Секція «Машинобудування», підсекція «Прикладна механіка». – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – С. 23-25.

ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ДЕГРАДАЦІЯ СТАЛІ X10CrNiTi18.9 НА НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВАХ

Архипов О.Г.¹ д.т.н., проф., Любимова-Зінченко О.В.¹ к.т.н., доц., Баскін В.В.²

¹Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

²Приватне акціонерне товариство «ЛИНІК»

Технологічне середовище нафтопереробних підприємств в міру проходження за стадіями переробки відрізняється своїм складом, але завжди йому притаманна корозійна агресивність. Крім того, переробка сировини потребує відносно високих температур і підвищених тисків. Специфіка середовища і умов експлуатації додатково сприяють наводнюванню сталей і сплавів [1, 2].

Практично всі вітчизняні підприємства нафтопереробної і хімічної галузі експлуатуються протягом декількох десятиріч і наближаються до вичерпання свого ресурсу або вже його вичерпали. Неритмічні поставки сировини і тривалі зупинки виробництв без належної консервації лише прискорюють процеси експлуатаційної деградації металу і зварних швів. Одним з дієвих методів запобігання аваріям є моніторинг стану металу, бажано в режимі реального часу. Наприклад, на хімічних підприємствах Німеччини корозійному моніторингу підлягає 70% обладнання [3]. Враховуючи, що для певних видів обладнання саме корозійні пошкодження є в 90% випадків причиною аварій і зупинок, такий моніторинг суттєво підвищує безпеку експлуатації. Але поруч з корозійними процесами відбуваються і більш небезпечні процеси, що за останній час отримали назву експлуатаційна деградація металу [4].

Для їх аналізу і відстеження поки що переважно використовуються методи руйнівного контролю, хоча вже є приклади використання і неруйнівних методів [5].

Для визначення стану металу досліджувався метал труби технологічного трубопроводу, який входить до складу установки гідроочистки дизельних палив ЛЧ-24/2000. Трубопровід призначений для транспортування газосировинної суміші (дизельне пальне + воденьвмісний газ) з робочими параметрами: температура - +400

°С, тиск - 3,92 МПа, категория Б(а)І. Трубопровід введено в експлуатацію в 1987 році. Матеріал X10CrNiTi18.9 (аналог сталь 08X18H10T), діаметр труби 457 мм, товщина стінки 20 мм. Розрахунковий термін експлуатації 100000 годин (11 років), в 2008 році термін експлуатації було подовжено.

Іспити на міцність проводили на розривній машині Р-10 на стандартних циліндричних зразках виготовлених за ГОСТ 1497-8. Дослідження на удар проводились на ударному копрі К-30 на зразках, виготовлених згідно з ГОСТ 9454-78. Візуальний огляд проводився за допомогою лупи вимірювальної ЛІ-3-10^х.

Схильність до міжкристалітної корозії перевірялась методом пришвидчених досліджень в киплячому водному розчині сірчанокислої міді і сірчаної кислоти підвищеної концентрації в присутності металевої міді (АМУ) за ГОСТ 6032-89.

Досліджувана сталь відноситься до аустенітних і має наступний хімічний склад:

№ п/п	Назва	С, %		Si, %	Mn, %	Ni, %	Cr, %	Ti, %
1	Труба Ø457x20	0,074	0,673	1,2÷1,27	10,35÷10,9	17,1÷18,5	0,377÷0,74	
2	X10CrNiTi18.9	≤0,12	≤1,0	≤2,0	8,0÷11,0	17÷20	≥0,45	
3	08X18H10T за ГОСТ 5632-72	≤0,08	≤0,8	≤2,0	9÷11	17÷19	0,4÷0,7	

За час експлуатації мікроструктура сталі не змінилась, залишається типовою аустенітною, однорідною. Тріщин, мікротріщин виявлено не було.

Фактична швидкість корозії складала менше 0,1мм/рік, за проектної від 0,1 до 0,5 мм/рік. Схильності до міжкристалітної корозії не виявлено. Разом з тим заміри водню в металі показали, що за норми $1\div3\text{ см}^3/100\text{г}$, за період експлуатації в 23 роки вміст його суттєво зріс: на зовнішній поверхні до $7,8\text{ см}^3/100\text{г}$, а на внутрішній до $8,9\text{ см}^3/100\text{г}$ металу. Тобто, вміст водню зріс приблизно в 3 рази, що з часом може привести до окрихчення металу і розшарування.

Для оцінювання чутливості характеристик міцності і пластичності проаналізуємо їх зміни лише за незначний відрізок часу – 2 роки. Механічні дослідження проводили на стандартних зразках вирізаних в повздовжньому напрямку труби за нормальної температури (табл. 1).

Таблиця 1

№ п/п	Назва	σ_b , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	Ψ , %
1	Дослідження 2010 р	573	255	56	69,3
2	Дослідження 2012 р	566	265	55	67,3
3	За стандартом ЧССР (ЧСН 41 7248)	510÷765	≥209	≥35,0	-

Аналогічні дослідження зварних з'єднань за той же період експлуатації дозволили отримати наступні результати (табл.2).

Таблиця 2

№ п/п	Назва	σ_b , МПа	Місце руйнування
1	Дослідження 2010 р	583	Основний матеріал
2	Дослідження 2012 р	560	Основний матеріал

Як відомо, ударна в'язкість є однією з найбільш чутливих характеристик до експлуатаційної деградації. В цілому цей висновок за термін експлуатації протягом 2 роки був підтверджений (табл.3).

Дослідження механічних характеристик довели, що за час тривалої експлуатації характеристики міцності і пластичності знаходяться в межах норми і експлуатація обладнання може бути продовжена. Доведено, що відбулося розміцнення металу, що є типовим для аустенітних сталей за експлуатації за високих температур.

Таблиця 3

№ п/п	Назва	KCU, кгс · м/см ²
1	Дослідження 2010 р., основний матеріал	25,4
	Дослідження 2010 р., основний матеріал	24,4
2	Дослідження 2012 р., зварний шов	12,3
	Дослідження 2012 р., зварний шов	11,0

За 2 роки відбулось зменшення як характеристик міцності, так і характеристик пластичності. Причому в зварних з'єднаннях характеристики міцності змінюються більш швидко. Отже для відстеження процесів експлуатаційної деградації, як більш чутливі, доцільно використовувати саме зварні з'єднання.

Література.

1. Крижанівський Є.І., Никифорчин Г.М. Особливості корозійно-водневої деградації сталей нафтогазопроводів і резервуарів зберігання нафти // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2011. – № 2. – С.11-20. (Kryzhanivskyi E.I. and Nykyforchyn H.M. Specific features of hydrogen-induced corrosion degradation of steels of gas and oil pipelines and oil storage reservoirs // Materials Science. – 2011. – V. 47, № 2. – P. 127–138).
2. Кузюков А. Н. Практика водородной коррозии оборудования химических и нефтехимических предприятий / А.Н. Кузюков, В.А. Борисенко, А.Г. Архипов // Оборудование химической промышленности. -2007. -№3. – С. 55-58.
3. Новицкий В.С., Писчик Л.М. Промышленный коррозионный контроль химической аппаратуры / В.С. Новицкий, Л.М. Писчик // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2001. – Спец. випуск № 1. - С. 10-15.
4. Механіка руйнування і міцність матеріалів / Під заг. ред. В.В. Панасюка. Т.10: Міцність та довговічність нафтогазового обладнання / Під ред. В.І Похмурського, Є.І. Крижанівського. – Львів – Івано-Франківськ: Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 2006. – 1193 с.
5. Електрохімічні показники експлуатаційної деградації сталей нафто- і газогонів / [О.Цирульник, Г. Никифорчин, З. Слободян та ін] // Фіз. -хім. механіка матеріалів. – 2006. – Спец. вип. № 5. – С. 284-289.

ДЕГРАДАЦІЯ МЕТАЛУ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ ЗА ТРИВАЛОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Архипов О.Г.¹, д.т.н., проф., Усов Д.І.², Любимова-Зінченко О.В.¹ к.т.н., доц.

¹ Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

² ПАТ «Сєвєродонецьке об'єднання Азот»

Стала робота української промисловості підтримується надійною роботою системи магістральних трубопроводів. Значна частина труб знаходиться в

експлуатації тривалий час і піддається одночасній дії механічних навантажень, зовнішнього і технологічного середовища, електричній дії блукаючих струмів та дії катодного захисту. Дослідження технічного стану труб є важливою задачею, результати розв'язання якої дозволяють забезпечувати безпечну експлуатацію трубопроводів [1-3]. На цей час оцінювання поточного стану металу труб переважно ведеться руйнівними методами, хоча відомі вдалі приклади використання і неруйнівних методів [4].

Метою роботи є дослідження структурних змін металу і обумовлених цим змін механічних характеристик. Досліджувані труби виготовлені зі сталі Сталь 20 Ду273мм, що відпрацювала як трубопровід високого тиску 20,5 років.

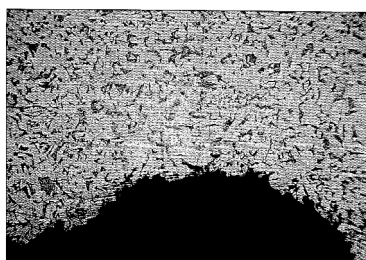
Іспити на розтяг проводились на розривній машині ИМ – 4Р за ГОСТ1497-84 і ГОСТ 10006-80. Іспити на удар проводились методом Шарпі за ГОСТ 9454-78 на копірї МК-30а. Твердість зразків визначалась згідно ГОСТ 9012-59 і ГОСТ 23677-79 за допомогою твердоміра ТШ-2М. Металографія зразків проводилась на мікроскопі НЕОФОРТ-21, з послідуною обробкою результатів в програмі Ресурс С-7. Хімічний склад металу та домішок визначався приладом SPECTROPORT. Кожен результат відповідав середньому значенню п'яти замірів.

Результати та їх обговорення. Хімічний склад металу трубопроводів за термін експлуатації відповідає діючим вимогам до трубних сталей марки Сталь 20 (табл.1).

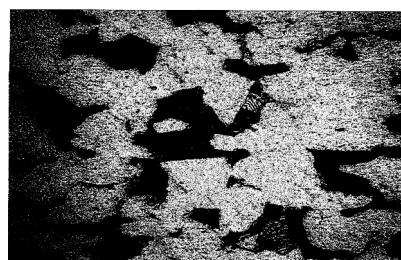
Таблиця 1

№ п/п	Наименование	C, %	Si, %	Mn, %	Ni, %	Cr, %
1	Стан поставки	0,17	0,25	0,5	0,06	0,06
2	Експлуатована сталь	0,18	0,25	0,47	0,07	0,01
3	Сталь 20 згідно з ГОСТ1050-88	0,17-0,24	0,17-0,37	0,35-0,65	≤0,3	≤0,25

Зовнішня і внутрішня поверхня за час експлуатації піддані загальній і виразковій корозії. Глибина виразок зростає з часом експлуатації і назовні труби складає до 2 мм, при діаметрі до 10 мм. На внутрішній поверхні до 0,5 мм при глибині до 0,25 мм (рис 1а). Структура металу феррито-перлітна, перліт тонкопластинчастий (рис. 1б).



а



б

Рис.1 Корозійне ураження зовнішньої поверхні (а)×100 і мікроструктура сталі після тривалої експлуатації (б)×1000

Після тривалої експлуатації розмір зерна відповідає 6-7 балу згідно з ГОСТ 5639-82, тоді як у не бувшої в експлуатації сталі він дорівнює 8-9 бали. Метал труб забруднений неметалевими включеннями, переважно оксидами FeO, SiO₂, що мають витягнуту форму. Відсотковий вміст перліт/ферит за час експлуатації не змінився і дорівнює 20/80 за шкалою 7 ГОСТ8233, але на деяких зразках відмічається розкладання перліту на складові.

Дослідження на розтяг дозволили отримати наступні результати (табл.2)

Таблиця 2

№ п/п	Назва	σ_B , МПа	δ , %	Ψ , %	КСУ, кгс·м/см ²	Твердість, НВ
1	Стан поставки	488	22,7	63	21,5	143
2	Експлуатована	482	33	59	20,1	143
3	Характеристики Сталь 20 за ГОСТ 550-75	≥ 431	$\geq 21,0$	≥ 50	$\geq 7,8$	≤ 156

Отримані дані дозволяють зробити висновок, що метал труб після тривалої експлуатації задовольняє діючим вимогам. Але слід відмітити, що відстежується погіршення характеристик міцності і пластичності. Збільшення величини відносного видовження δ можна пояснити можливим наводнюванням металу і його розшаруванням. Але ця гіпотеза потребує додаткових досліджень. Твердість поверхні виявилась мало чутливою характеристикою для оцінювання ступеня деградації, що було відмічено і в інших роботах [5].

Висновки. За час експлуатації досліджена ділянка труби піддалася корозійним виразковим пошкодженням глибиною до 2мм зовні і до 0,25 мм всередині труби. Структура металу феррито-перлітна. На окремих шліфах простежується початок розкладання перліту. Експлуатаційна деградація металу проявилась і в зростанні зерна металу: на початку експлуатації він відповідає 8-9 балам, а за час експлуатації підріс до 6-7 бала. Цими структурними змінами можна пояснити погіршення механічних характеристик. Твердість поверхні виявилась не чутливою до деградації металу.

Література.

- Окрихчення сталі магістрального нафтопроводу / О.Т. Цирюльник, Г.М. Никифорчин, О.І. Звірко, Д.Ю. Петрина // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2004. – № 2. – С.126–126. (Embrittlement of the steel of an oil-trunk pipeline / O. T. Tsyurul'nyk, H. M. Nykyforchyn, O. I. Zvirko, D. Yu. Petryna // Materials Science. – 2004 – 40, №4. – P. 302–304).
- Експлуатаційна деградація механічних властивостей металу аміакопроводу / О.Г. Архипов, Ю.Я. Ніхаєнко, В.А. Борисенко, М.С. Хома, О.В. Любимова-Зінченко // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2013. – № 4. – С.97–102.
- Nykyforchyn H.M., Kurzydowski K.-J., Lunarska E. Hydrogen degradation of steels in long term service conditions // Environment-induced cracking of materials. Vol. 2: Prediction, industrial developments and evaluations / ed. by S. Shipilov – Elsevier, 2008. – P. 349–361.
- Електрохімічні показники експлуатаційної деградації сталей нафто- і газогонів / [О.Цирюльник, Г. Никифорчин, З. Слободян та ін] // Фіз. -хім. механіка матеріалів. – 2006. – Спец. вип. № 5. – С. 284-289.
- Архипов О.Г. Деградація сталей в агресивних середовищах, залишковий ресурс обладнання і корозійний моніторинг / О.Г. Архипов, В.А. Борисенко, М.С. Хома, О.В. Любимова-Зінченко – Северодонецьк: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2016. -203 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ МЕДИ ИЗ СЕРНОКИСЛЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ С ДОБАВКАМИ ПРЕДЕЛЬНЫХ АМИНОВ

Курило И.И., к.х.н., доц., Крышилович Е.В., к.х.н., Касач А.А.

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

В настоящее время гальванический метод нанесения металлических покрытий является самым распространенным и используется в различных областях науки и техники.

Гальванические методы наращивания проводников обладают следующими преимуществами перед другими методами создания проводящих слоев:

1. Возможность получения слоев любой толщины.
2. Хорошая прочность сцепления.
3. Относительно большая скорость осаждения (1-100 мкм/час).
4. Возможность автоматизации процесса.

Однако им присущи и недостатки, снижающие надежность безотказной работы узлов в целом. К ним относятся:

1. Вероятность неравномерного осаждения слоев, зависящая от температуры и гидродинамического режима.

2. Связанная со временем пребывания заготовки в электролите, т.е. со скоростью осаждения, так как имеется возможность проникновения электролита в материал основы.

3. Возможность образования неметаллизированных участков в отверстиях, что является следствием некачественной механической обработки и наличия воздуха и водорода в электролите, задерживающихся в неровностях стенок относительно малых отверстий и препятствующих протеканию электролита сквозь них.

Для устранения указанных недостатков совершенствование процесса электроосаждения идет по трем основным направлениям:

1. Изменение состава электролита, разработка сложных комплексных составов ванн.

2. Применение различных гидродинамических режимов.

3. Использование нестационарных токовых режимов и ультразвукового поля.

С целью разработки высокоэффективных технологий электрохимического осаждения меди и ее сплавов, обеспечивающих получение качественных осадков, рассмотрены основные пути интенсификации процесса меднения, такие как влияние состава электролита, применение нестационарных токовых режимов, а также влияние природы аминов с различной длиной цепи на рассеивающую способность по металлу сернокислого электролита меднения и качество и микропрофиль электролитически осажденной меди.

Экспериментально установлено, что в стационарных условиях при температуре 18–25°C мелкокристаллические гладкие полублестящие осадки меди получают из сернокислых электролитов следующего состава, моль/л: CuSO_4 0,6–0,8; H_2SO_4 1,6–1,8, NaCl $3,4 \cdot 10^{-4}$ – $6,8 \cdot 10^{-4}$. Кроме того, в состав электролита вводились блескообразующая и пластифицирующая добавки, при плотностях тока 0,5–1,0 А/дм².

Исследования влияния добавок предельных аминов проводили в сернокислом электролите меднения, г/л: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – 100; H_2SO_4 – 160; NaCl – 0,04, – в который вводили амины с различной длиной цепи (табл. 1). Измерения рассеивающей способности (РС) проводили в ячейке Моллера с разборным катодом при средней катодной плотности тока $i_{\text{ср}} = 1$ А/дм². В качестве катода использовали фольгированный медью диэлектрик, анода – медь марки М0. Значения микротвердости определяли при помощи микротвердометра AFFRI-MVDM8.

Таблица 1 – Молярная масса добавок амина

№ амина	Молярная масса амина г/моль
Добавка 1	129
Добавка 2	157
Добавка 3	213
Добавка 4	269

Анализ рассеивающей способности сернокислых электролитов меднения показывает, что введение добавок аминов способствует повышению его РС (табл. 2). Наиболее высокие значения РС наблюдаются в электролитах, содержащих добавки аминов с молярными массами 157 и 213 г/моль в количестве 10^{-4} и 10^{-5} моль/дм³ соответственно.

Таблица 2 – Значения РС (%) сернокислых электролитов меднения

№ амина	Содержание добавок в электролите, моль/дм ³		
	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
Без добавки	27		
Добавка 1	35	36	36
Добавка 2	38	46	37
Добавка 3	31	35	47
Добавка 4	–	39	38

Анализ микрофотографий профилей поверхности электролитических осадков меди, полученных из сернокислых электролитов с различными добавками аминов, показал, что введение добавок 1, 2, 4 не влияет на микропрофиль и микротвердость осажденной меди ($HV^{25} = 100$ кгс/мм²). Добавка 3 при ее содержании в электролите 10^{-5} моль/л способствует уменьшению размера зерна осажденной меди по сравнению с покрытиями, полученными из фонового электролита, (рис. 1), а также увеличению микротвердости до 142 кгс/мм².

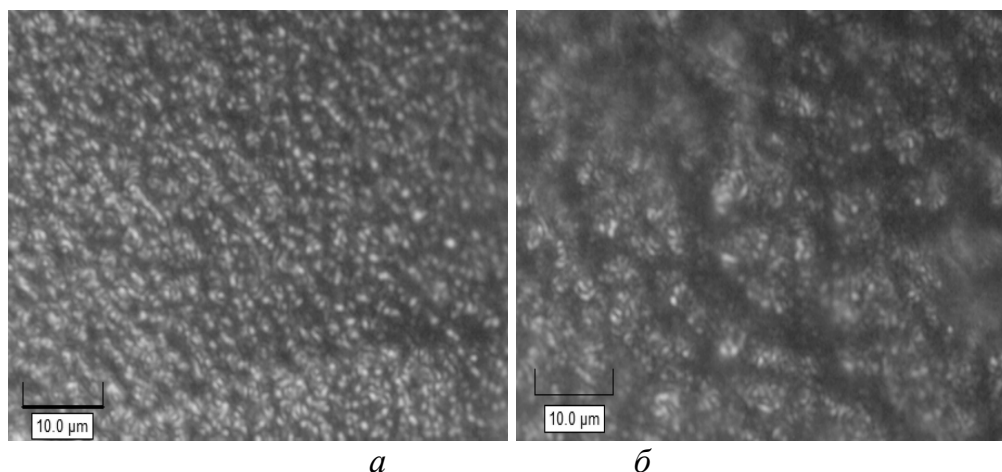


Рисунок 1 – Микропрофиль меди, осажденной из сернокислого электролита
а) с добавкой 3 ($C_{доб} = 10^{-5}$ моль/дм³); б) без добавки

Таким образом, проведенные исследования показали, что использование добавки аминов с молярной массой 213 г/моль приводит к увеличению на 15 – 25 единиц РС по металлу сернокислого электролита меднения, способствует формированию покрытий с более упорядоченной и мелкозернистой структурой и увеличению их микротвердости.

ОЦІНКА ВПЛИВУ ВІБРАЦІЇ ТА КОРОЗІЇ НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ТРУБОПРОВІДІВ НАФТОХІМІЧНИХ ТА НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ

Н.Н.-угли Хакімов

Східноукраїнський національний університет ім.. Володимира Даля

Структура матеріалів, з яких виготовлене трубне обладнання для хімічних і нафтохімічних виробництв, змінюється під дією агресивного середовища, змін температур, тиску, механічних навантажень.

При проектуванні виробництв враховується велика кількість чинників. Це і продуктивність, і тиск, і температура, стійкість до впливу корозії у різних середовищах тощо. Однак вплив вібрації і коливань у трубопровідних системах врахувати важко. Існують різні методики [1] з електроаналогового і тримірнього (об'ємного) моделювання, результати розрахунків за якими мають забезпечити зниження негативного впливу змін тиску в трубопроводі і вібрації, що виникає при цьому, до стабільної допустимої величини. Це має метою зменшити проблему вібрації, але питання впливу її на корозійні явища не розв'язана повністю і зараз.

Певно, що причиною руйнування трубопроводів є не тільки вібрація, але й агресивне середовище, але збільшення процесу старіння і негативні зміни у механічних характеристиках матеріалу під впливом коливань і вібрації мають місце і доказані.

Так, під час експлуатації трубопроводу пірогазу печі піролізу вийшов з ладу трилінзовий шарнірний сталевий (сталь 12X18H10T) компенсатор типу КЛО 1-1600-06-3КА [2]. На центральній лінзі на відстані 10-15 мм від кільцевого зварного шва виявлена тріщина довжиною 140 мм. Металографічні дослідження підтвердили розтріскування металу компенсатора, які почалися на внутрішній поверхні. Причиною корозійного розтріскування стала дія внутрішніх залишкових напружень, які виникли під час виготовлення компенсатора, експлуатаційних навантажень, таких як теплова компенсація трубопроводу, агресивних складових середовища (пірогаз складається з метану, етану, етилену, пропілену, водню, деяких менших часток ацетилену, пропану, сірководню і водяної пари із значною лужністю), а також можливої вібрації трубопроводу.

Після 12 років експлуатації в умовах ВАТ «ЛІНОС» (зараз «ЛІНІК») були вилучені труби діаметром 108 мм товщиною 5,5 мм, які працювали на подачу живильної води установки Л4-35/11. Труби були виготовлені із сталі 08X17H13M2T і працювали при тиску 0,2-0,25 МПа і температурі 85-90⁰ С. Живильна вода мала такі домішки: кисень – 30мкг/л, хлориди – 250-340 мг/л, нафтопродукти до 250 мкг/л при лужності 1,3 мг екв/л, жорсткості 20-40 екв/л і рН 9,8-10. Труби інтенсивно розтріскувалися біля зварних з'єднань і за металом колін, які були виконані звареними із обрізків труб. Тріщини проходили поперек швів (у поздовжньому напрямку труб) і розвивалися транскристалітно. Причину руйнування слід шукати у корозійній активності живильної води внаслідок високого вмісту іонів хлору, котрі спричинили піттингову корозію, високий рівень залишкових напружень у зварних з'єднаннях.

Таким чином, корозійне розтріскування нержавіючих сталей 12X18H10T і 08X17H13M2T, з котрих найчастіше виготовлені трубопроводи нафтопереробних і хімічних виробництв, зумовлене здебільшого наявністю в рідинній фазі робочого середовища іонів хлору, водню і луги. Процеси руйнування прискорюються у зварних з'єднаннях, де можливі дефекти у вигляді пор, шлакових включень, непроварів, і де є підвищений рівень залишкових напружень.

Корозійно-втомне розтріскування технологічних трубопроводів нафтопродукт викликається сумісною дією процесів корозії і вібрації від періодичних змін тиску компресорів і насосів.

Література

1. Вибрация технологических трубопроводов на нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях.- М.: ЦНИИНефтехим, 1970. – 128 с.
2. Борисенко В.А., Кузюков А.Н., Романов В.И. Локальная коррозия трубопроводов пирогаза нефтеперерабатывающего завода. Труды научно-технической конференции «Борьба с коррозией в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности», Кириши. – 1988 г.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ КЕРУВАННЯ МАШИНОБУДІВНИМ ОБЛАДНАННЯМ З ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИМ ПРИВОДОМ

Степчук Я.І., Кавун Д.Ю., Ткаченко М.К., Соколов В.І., д.т.н., проф.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Сучасні технології машинобудування та обробки матеріалів пред'являють всезростаючі вимоги до технічних та функціональних характеристик технологічного обладнання систем машинобудування. Якість виробів при механічній обробці багато в чому залежить від можливості реалізації оптимальних законів руху робочих органів, точності регулювання їх переміщень та стабільності заданих швидкостей в умовах змінного навантаження. У цьому зв'язку важливим є розширення функціональних можливостей та поліпшення техніко-економічних показників ефективності приводів машинобудівного обладнання. Досягнення довільної кінематики робочих органів, можливість програмної реалізації оптимальних законів руху забезпечується застосуванням автоматичних електрогідравлічних приводів (ЕГП).

Широке застосування гідравлічних приводів в машинобудівному обладнанні визначається такими важливими перевагами, до яких, у першу чергу, відносять можливість отримання значних сил та моментів при порівняно малих розмірах гідродвигунів, плавність переміщення та безступінчатого регулювання швидкості у великому діапазоні, мала інерційність, можливість керування режимами обробки під час руху робочих органів, простота здійснення прямолінійних зворотно-поступових рухів та автоматичного керування робочими органами, легкість оберігання від перевантажень та висока експлуатаційна надійність.

Аналіз структурних схем математичних моделей ЕГП дозволив запропонувати та покласти в основу досліджень єдину типову математичну модель ЕГП машинобудівного обладнання як об'єкту автоматичного керування. Структурна схема математичної моделі показана на рис. 1, де позначені: u – вхідний сигнал; y – вихідна змінна; k_0 , T_0 – коефіцієнт передачі та постійна часу блоку регулювання приводу; k , T_1 , T_2 – коефіцієнти передачі та постійні часу об'єкту; $V_o(t)$ – стохастична збурююча дія (шум об'єкту).

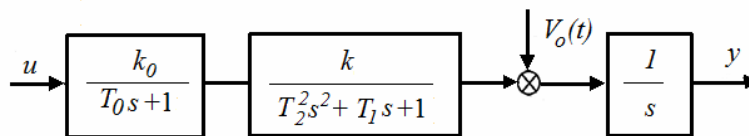


Рис. 1. Структурна схема математичної моделі як об'єкту автоматичного керування

В роботі розроблена та досліджена САК машинобудівним обладнанням з ЕГП, що враховує стохастичне збурення об'єкту та шум спостереження. Блок-схема САК приведена на рис. 2.

У відповідності до заданого закону керування вихідною змінною y^* РО машинобудівного обладнання, який формується ЗП, на вхід ГД надходить витрата робочої рідини Q . При цьому здійснюється рух вихідної ланки ГД зі швидкістю v (або кутовою швидкістю Ω) та РО, що жорстко з ним зв'язаний. Відбувається рух РО, а вихідна змінна y (переміщення або кут повороту α) вимірюється датчиком Д. Формується сигнал розузгодження $e(t)$ як різниця між заданим значенням вихідної змінної y^* та дійсним y . По сигналу розузгодження $e(t)$ ПК створює керуючий сигнал u у вигляді напруги, що надходить до БР, який змінює витрату Q , що надходить до ГД. Так як на технологічний процес обладнання робить вплив стохастична збурююча дія $V_o(t)$, а вимір переміщення РО супроводжується перешкодами – шумом спостереження $V_n(t)$, то розглядалася задача оптимального керування при неповній

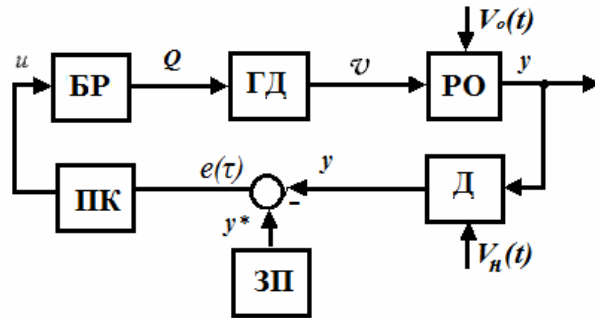


Рис. 2. Блок-схема САК машинобудівним обладнанням з ЕГП:
РО – робочий орган; Д – датчик вихідного сигналу; y – вихідна змінна; ЗП – задаючий пристрій; y^* – задана вихідна змінна; ГД – гідродвигун; v – швидкість гідродвигуна; Q – витрата, що надходить до гідродвигуна; БР – блок регулювання; ПК – пристрій керування; $e(\tau)$ – сигнал розузгодження; $V_o(t)$ – стохастична збурююча дія; $V_n(t)$ – шум спостереження; u - керуючий сигнал

Структурна схема оптимальної САК приведена на рис. 3. На схемі позначені коефіцієнти фільтра Калмана-Б'юсі - K'_1, K'_2, K'_3, K'_4 .

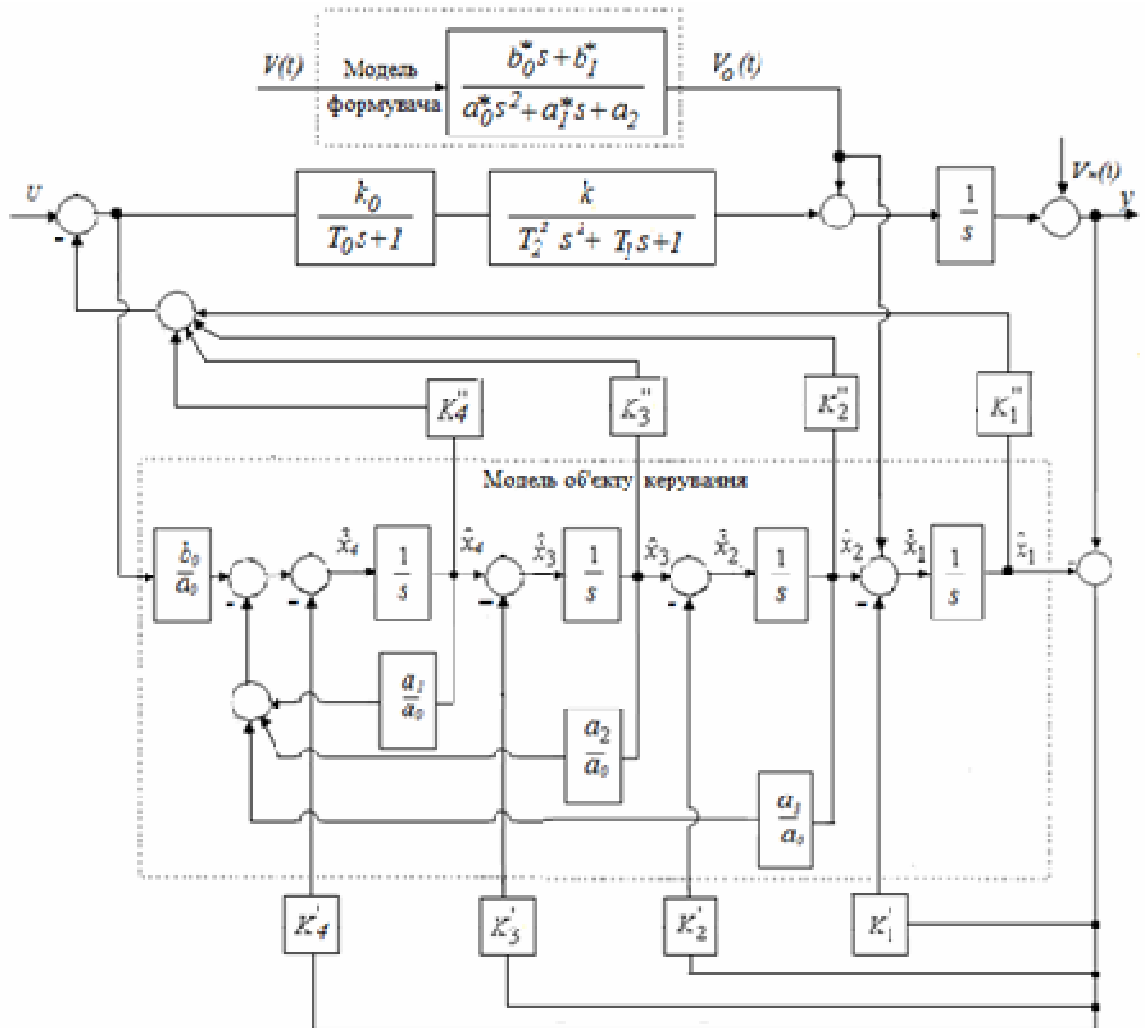


Рис. 3. Структурна схема САК

Перехідні процеси в стохастичній замкнутій САК машинобудівним обладнанням з ЕГП без використання фільтра Калмана-Б'юсі та з використанням фільтра при наявності збурюючого впливу на об'єкт керування у вигляді білого шуму з спектральною щільністю $S_v(\omega)=1$ та $W_\phi(s)=0,025$ наведені на рис. 4. Дослідження показали, що в діапазоні можливих параметрів збурювання для приводів як з дросельним регулюванням (1), так і з об'ємним (2) регулюванням, фільтр Калмана-Б'юсі виконує функцію оптимальної фільтрації, забезпечує необхідну якість управління машинобудівним обладнанням та зменшує тривалість перехідного процесу.

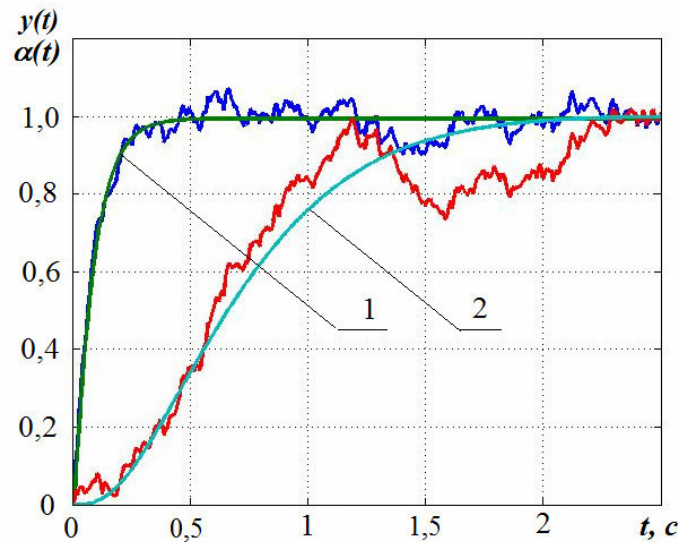


Рис. 4. Перехідні процеси в стохастичній замкнутій системі без використання та з використанням фільтра Калмана-Б'юсі для привода з дросельним (1) та об'ємним (2) регулюванням

Виконано дослідження САК, зокрема, вплив параметрів об'єкту керування та оптимального регулятора на якість перехідного процесу. На рис. 5 приведені перехідні процеси в системі для привода з дросельним регулюванням (а) при різних значеннях коефіцієнту передачі k_{qv} ($\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{В})$) і привода з об'ємним регулюванням (б) при різних значеннях безрозмірного коефіцієнту передачі прямого шляху $k_0 k$.

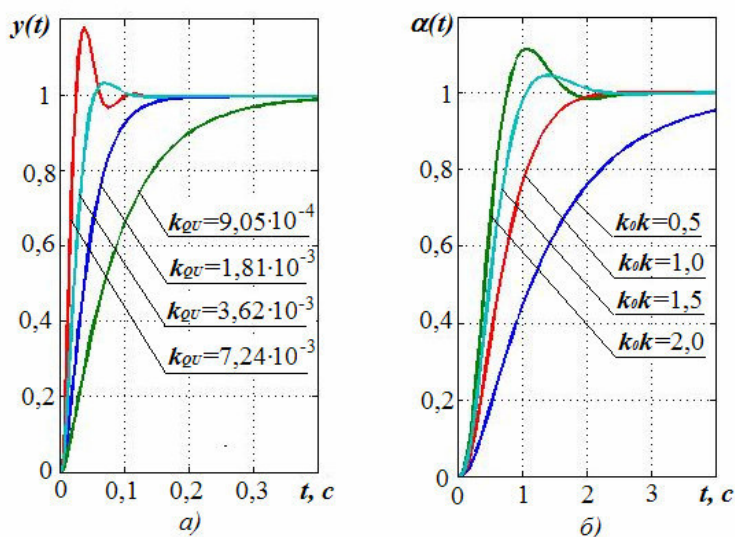


Рис. 5. Вплив на перехідні процеси параметрів об'єкту керування

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ОБЛАДНАННЯМ З ГІДРОПРИВОДОМ ОБЕРТАЛЬНОГО РУХУ

Степанова О.Г., Азаренко Н.Г., Соколов В.І., д.т.н., проф.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

В роботі розглядається технологічне обладнання з гідроприводом обертального руху. Блок-схема системи автоматичного керування (САК), що пропонується, приведена на рис. 1.

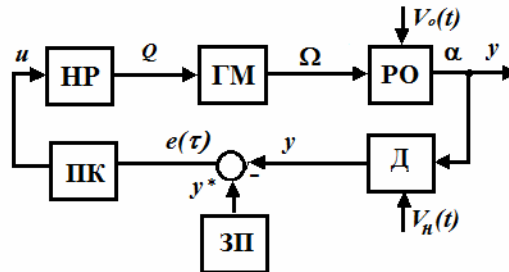


Рис. 1. Блок-схема САК:

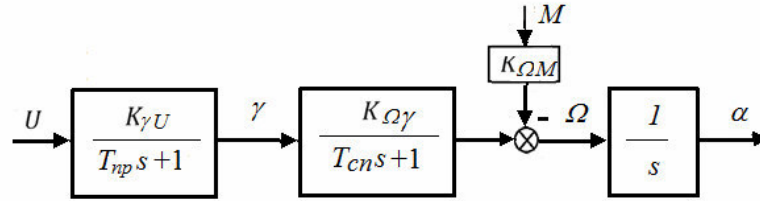
РО – робочий орган; Д – датчик вихідного сигналу; y – вихідна змінна; ЗП – задаючий пристрій; y^* – задана вихідна змінна; ГМ – гідромотор; Ω – кутова швидкість вала гідромотора; α – кут повороту робочого органу; Q – витрата, що надходить до гідромотору; НР – насос з робочим об'ємом, що регулюється; ПК – пристрій керування; $e(\tau)$ – сигнал розузгодження; $V_o(t)$ – стохастична збурююча дія; $V_n(t)$ – шум спостереження; u – керуючий сигнал

Слід відзначити, що в загальному випадку у якості вихідної змінної y розглядається кут повороту α робочого органу (РО), що зв'язаний з гідромотором (ГМ). На практиці дуже часто керується кутова швидкість Ω вала ГМ, але це окремий випадок керування кутом повороту α , що є більш складнішою задачею, яка і вирішується в роботі.

У відповідності до заданого закону керування кутом повороту y^* РО спеціального технологічного обладнання, який формується ЗП, на вхід ГМ надходить витрата робочої рідини Q . При цьому здійснюється обертальний рух вала ГМ з кутовою швидкістю Ω та РО, що жорстко з ним зв'язаний. Відбувається поворот РО, який вимірюється датчиком кута повороту Д. Формується сигнал розузгодження $e(\tau)$ як різниця між заданим кутом повороту РО y^* та дійсним y . По сигналу розузгодження $e(\tau)$ ПК створює керуючий сигнал u у вигляді напруги, який надходить до НР, де регулює кут нахилу шайби (блока циліндрів) та відповідно робочий об'єм аксіально-поршневого насоса, який змінює витрату Q , що надходить до ГМ. Так як на робочий процес обладнання робить вплив стохастична збурююча дія $V_o(t)$, а вимір кута повороту РО супроводжується перешкодами – шумом спостереження $V_n(t)$, то розглянута задача оптимального керування при неповній інформації про стан системи.

На основі дослідження робочих характеристик технологічного обладнання з гідроприводом обертального руху, аналізу параметрів уточненої математичної моделі та прийнятих на підставі цього допущень побудовано математичну модель обладнання як об'єкту автоматичного керування, що покладена в основу САК. Структурна схема моделі приведена на рис. 2, де позначені наступні параметри: T_{np} – постійна часу процесу регулювання робочого об'єму насоса; T_{cn} – постійна часу силової частини приводу; k_{yU} – коефіцієнт передачі для кута нахилу шайби (блоку

циліндрів) по керуючий напрузі; $k_{\Omega\gamma}$ – коефіцієнт передачі силової частини приводу;



$k_{\Omega M}$ – коефіцієнт передачі для кутової швидкості по навантажуючому моменту.

Рис. 2. Структурна схема

Структурна схема моделі оптимальної САК наведена на рис. 3.

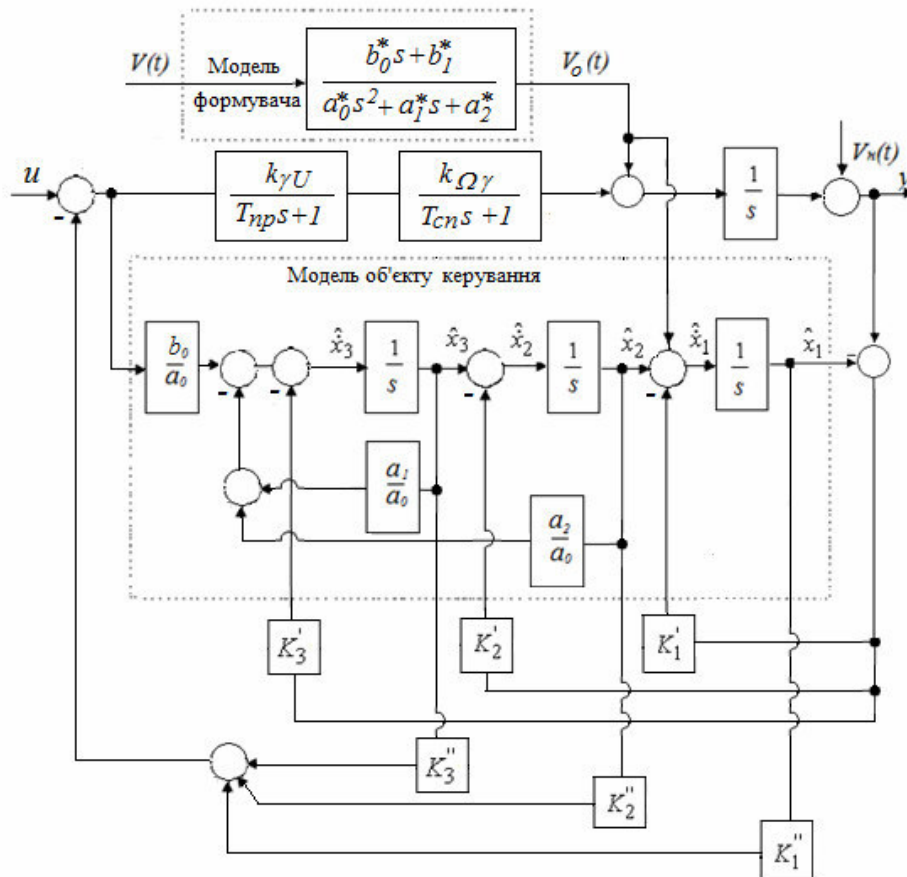


Рис. 3. Структурна схема САК

У зв'язку з тим, що стохастична збурююча дія, що прикладена до об'єкту керування, проявляє себе незалежно від керуючого сигналу, то синтез САК технологічним обладнанням з гідроприводом обертального руху виконано з урахуванням адитивної перешкоди. Рішення задачі стохастичної лінійної оптимальної системи при неповній інформації про стан відповідно до методу розподілу розбито на дві: задачу синтезу оптимального наглядача та детерміновану задачу синтезу оптимальної системи. Синтез наглядача Калмана-Б'юсі виконано з використанням пакету прикладних програм *Matlab*.

Перехідні процеси стохастичної замкнутої САК обладнанням для механічної обробки без використання фільтра Калмана-Б'юсі та з використанням фільтра при наявності збурюючого впливу на об'єкт керування у вигляді білого шуму з

спектральною щільністю $S_v(\omega)=1$ та наведені на рис. 4. Дослідження показали, що в діапазоні можливих параметрів збурювання фільтр виконує функцію оптимальної фільтрації, забезпечує необхідну якість управління обладнанням та істотно зменшує тривалість перехідного процесу.

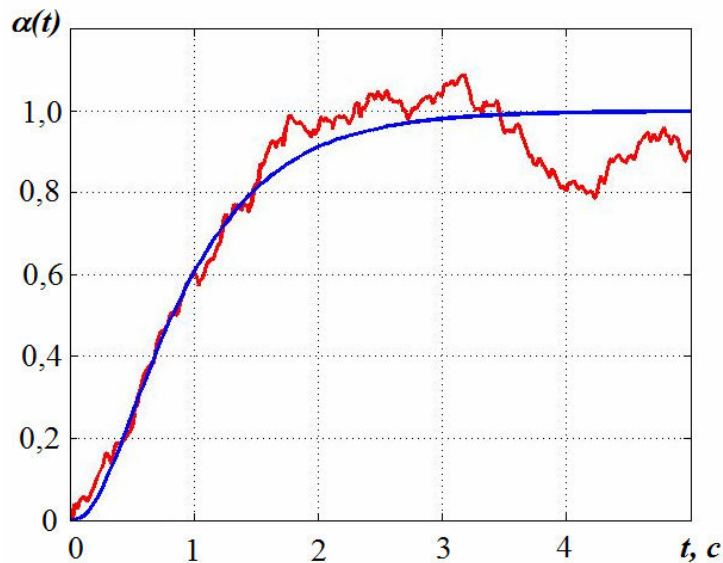
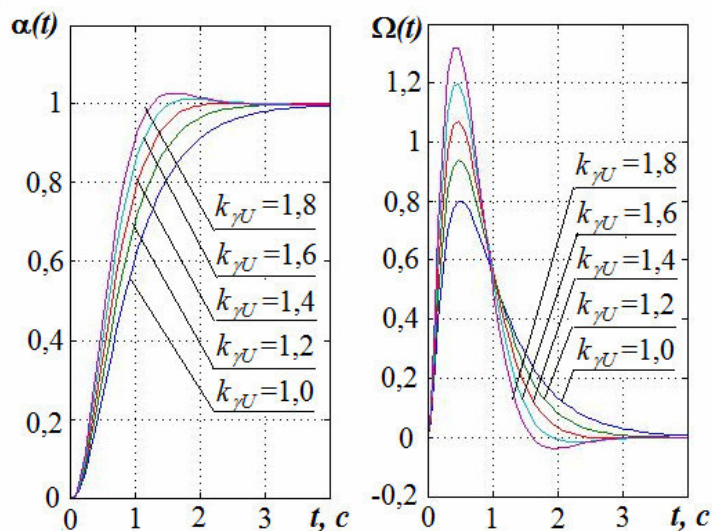


Рис. 4. Перехідні процеси в стохастичній замкнутій системі без використання та з використанням фільтра Калмана-Бьюсі

Виконано дослідження САК, зокрема, вплив параметрів об'єкту керування та оптимального регулятора на якість перехідного процесу. Перехідні процеси при різних значеннях коефіцієнту передачі $k_{\gamma U}$ блоку регулювання робочого об'єму насоса приведені на рис.2, а при різних значеннях коефіцієнту передачі k_2' регулятора на рис. 5.

Рис.5. Вплив на перехідний процес коефіцієнту передачі $k_{\gamma U}$



блоку регулювання робочого об'єму насоса

Використання розробленої САК дає можливість поліпшити динамічні характеристики та розширити функціональні можливості технологічного обладнання для механічної обробки матеріалів в машинобудуванні.

О ВЫБОРЕ ПРИБЛИЖЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ЗВЕНА ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ

Пустоветов М.Ю., к.т.н., доц.

Донской государственный технический университет

Целью данной работы является предложить читателям обоснованные данные для выбора в первом приближении параметров звена постоянного напряжения преобразователя частоты (ПЧ), питаемого от трехфазной сети с линейным напряжением 380 В и частотой 50 Гц. В свою очередь, ПЧ питает трехфазный двигатель переменного тока, рассчитанный на линейное напряжение 380 В.

ПЧ в настоящее время является массово используемым устройством в системах автоматизации разнообразных технологических процессов. Наиболее часто встречаются ПЧ с явно выраженным звеном постоянного напряжения, имеющие в своем составе диодный выпрямитель, выполненный по 6-ти пульсной мостовой схеме; Г-образный фильтр нижних частот, имеющий в продольной ветви индуктивность L_d , а в поперечной – емкость C_d ; транзисторный автономный инвертор напряжения (АИН), выполненный по мостовой схеме [1, 2]. Случается, что к автору обращаются сотрудники предприятий, эксплуатирующих электроприводы переменного тока с ПЧ, с просьбами провести компьютерное моделирование того или иного процесса, режима работы оборудования. При этом далеко не всегда имеются достаточные данные о параметрах устройств, подлежащих моделированию. Например, ставится задача смоделировать ток, потребляемый ПЧ от источника питающего напряжения в процессе первоначального заряда емкости C_d . При этом известна мощность двигателя, питаемого от ПЧ, но нет данных о величине C_d и L_d . Конечно, в такой ситуации невозможно предоставить заказчику вполне достоверные результаты моделирования, но, зная ориентировочные значения C_d и L_d , можно получить приближенные результаты, не противоречащие физике процессов и здравому смыслу.

Существуют публикации по вопросам выбора значения C_d [2 - 4]. Но зачастую их авторы руководствуются взаимоисключающими целевыми установками: одному нужно минимизировать емкость с целью снижения массогабаритных показателей, другому требуется, чтобы C_d могла принять всю энергию торможения двигателя при выбеге, для чего нужна ее большая величина. Кроме того, конденсаторы могут быть изготовлены из различных материалов, что существенно влияет на их емкости [5, 6]. Известен ряд формул для расчета C_d [3]. Важной отправной точкой для расчетов является допустимая величина пульсаций постоянного напряжения на емкости. Считается, что приемлемой величиной пульсаций напряжения являются 1..2 % [3, 4, 6]. Связь токов и напряжений выпрямителя и АИН в составе ПЧ описана, например в [7].

Тем не менее, в первом приближении для выбора C_d и L_d удобно было бы иметь простые математические выражения, увязывающие их значения, например, с мощностью двигателя, кВт, питаемого от ПЧ. Получить такие выражения можно, опираясь на известные данные о параметрах звена постоянного напряжения конкретных ПЧ. Автор предпринял попытку обобщения некоторого количества известных ему из практики, а также из публикаций [8, 9] данных. Результаты представлены на рисунке в виде значений L_d , мГн и удельных значений C_d , мкФ/кВт. Согласно рисунку б) среднее арифметическое удельное значение C_d составляет 322 мкФ/кВт. На рисунках приведены уравнения линий трендов (пунктирных линий), являющихся искомыми математическими выражениями, а также

величина достоверности аппроксимации линейной тренда заданных удельных значений параметров (точки-маркеры) R^2 - коэффициент детерминации, говорящий о том, в какой мере данный тренд объясняет расположение исходных точек.

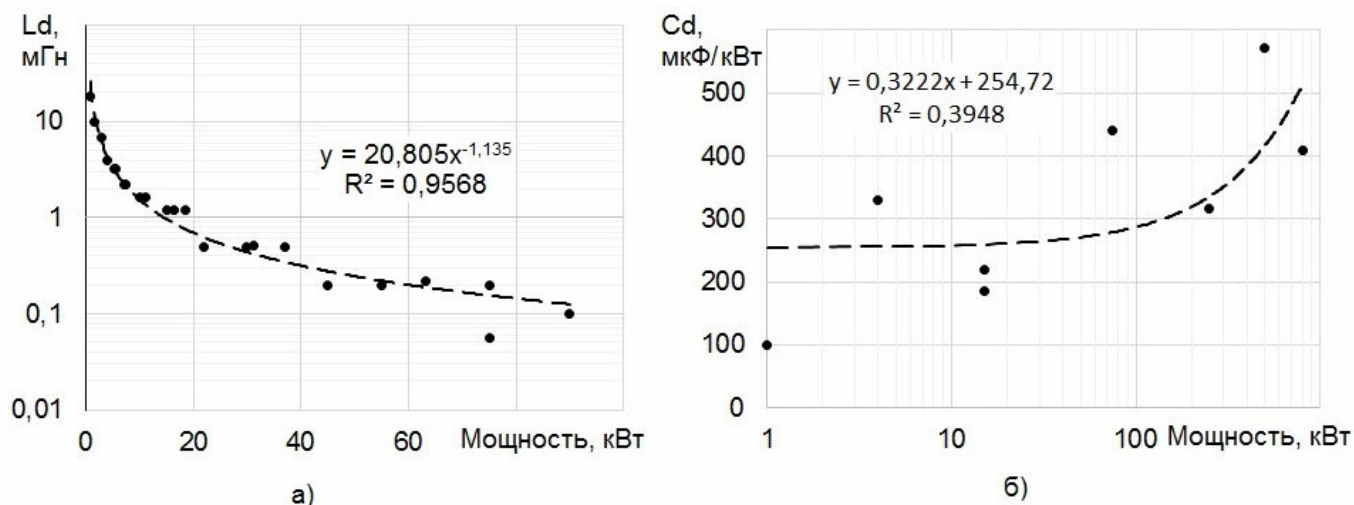


Рисунок. Приближенные зависимости параметров звена постоянного напряжения ПЧ от мощности питаемого двигателя переменного тока:

а) значение L_d ; б) удельное значение C_d .

Литература

1. Москаленко, В.В. Системы автоматизированного управления электропривода: Учебник / В. В. Москаленко. – М. : ИНФРА-М, 2007. – 208 с.
2. Микитченко, А.Я. Выбор емкости силовых конденсаторов в двухзвенных преобразователях частоты с рекуперацией / А.Я. Микитченко, М.В. Могучёв, А.Н. Шевченко // Электричество, 2008, - №6 – С. 63 – 66.
3. Новожилов, Н.Г. Сравнительный расчет емкости конденсатора звена постоянного тока частотного преобразователя / Н.Г. Новожилов // Современная наука и практика, 2015. - №1 (1) – С. 20 – 24.
4. Колесниченко, Д.А. Выбор емкости конденсатора преобразователя частоты для асинхронного электропривода / Д.А. Колесниченко // Электротехнические системы и комплексы, 2012. - №20 – С. 67 – 71.
5. Колпаков, А. Инверторная платформа SEMIKUBE – вопросы выбора / А. Колпаков // Силовая электроника, 2009. - №1 – С. 14 – 19.
6. Salcone, M. Selecting film bus link capacitors for high performance inverter applications / M. Salcone, J. Bond // Electric Machines and Drives Conference, 2009. IEMDC '09. IEEE International, 3-6 May 2009. DOI: 10.1109/IEMDC.2009.5075431
7. Бурков, А.Т. Электронная техника и преобразователи: Учеб. для вузов ж.-д. трансп. – М. : Транспорт, 1999. – 464 с.
8. Преобразователи частоты транзисторные мощностью от 5,5 до 315 кВт. Руководство по эксплуатации РДЦБ.435321.001 РЭ версия 5.5 [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://etx-in.ru/files/ETX-IN-FCseries04-5.5-315kW-user-manual_v5.5_web.pdf
9. Преобразователи частоты Altivar 71 для трехфазных асинхронных двигателей мощностью от 0,37 до 500 кВт. Каталог 07 [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.is-com.ru/files/katalog_atv71.pdf

ПРОГРАММА РАСЧЁТА ПАРАМЕТРОВ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Улитин А.А., Пустоветов М.Ю. к.т.н. доц.

Донской государственный технический университет

Целью работы является разработка программного продукта, выполняющего приближённый расчёт параметров Т-образной схемы замещения (СЗ) асинхронного двигателя (АД). Программа предоставляет возможность автоматизированного выполнения всех требуемых вычислений. Работа с программным продуктом облегчается наличием интуитивно понятного интерфейса и окна справочной информации. Приведены скриншоты программы с их описанием.

Трёхфазные АД широко используются во всех отраслях техники. При расчетах и моделировании процессов в электроприводах с АД требуется знать численные значения параметров СЗ, что бывает затруднительно, поскольку они отсутствуют во многих случаях в публикуемых каталожных данных. Так как эта проблема не нова, предложено множество методик приближенного определения параметров СЗ АД на основании каталожных данных [1 - 7]. Предлагаемая программа для ЭВМ предназначена для приближенного расчета параметров СЗ АД по методике, подробно описанной в [2, 5]. Разработанный программный продукт является бесплатным, а также предельно простым в использовании.

Рисунок 1 описывает главное окно программы, обеспечивающее ввод пользователем исходных данных, в качестве которых используются каталожные характеристики АД, а именно: линейное напряжение, номинальная частота, номинальная мощность электродвигателя, коэффициент полезного действия, коэффициент мощности, номинальное скольжение, отношение номинального тока двигателя к пусковому току.

Главная Справка Выход

Введите параметры двигателя

U лин., В	F, Гц	P _н , кВт	КПД, %	cos φ	Sn, %	I _н /I _п
380	50	55	92.5	0.91	2	7.5

Продолжить

Рисунок 1. Главное окно программы

Далее пользователю будет предложено выбрать значения коэффициентов, выражающих: отношение потерь в меди к суммарным потерям, поправку по пусковому току, отношение активного сопротивления приведённой вторичной обмотки к активному сопротивлению первичной обмотки, отношение реактивного сопротивления рассеяния приведённой вторичной обмотки к реактивному сопротивлению рассеяния первичной обмотки. Скриншот этого окна представлен на рисунке 2.

[Главная](#) [Справка](#) [Выход](#)

Выберите параметры двигателя

k_x	0,7	k_r	0,75
k_p	0,7	k_i	0,8

Рисунок 1. Выбор коэффициентов АД

После выбора коэффициентов производится расчёт параметров Т-образной СЗ АД в предположении отсутствия активного сопротивления ветви намагничивания. Результат выводится на экран, как это показано на рисунке 3.

[Главная](#) [Справка](#) [Выход](#)

Результат вычислений:

X₁	0.208722 Ом	R_э	2.02222 Ом
X₂	0.146105 Ом	X_m	5.6974 Ом
R₁	0.060667 Ом	L₁	0.000665 Гн
R₂	0.0455 Ом	L₂	0.000465 Гн
L_m	0.018145 Гн		

Рисунок 2. Результат вычислений

На рисунке 4 показано окно справочной информации, которое может быть вызвано пользователем для получения информации о функционале программного продукта.

Данная программа выполняет приближённый расчёт Т-образной схемы замещения асинхронного двигателя.

В качестве входных данных программа запрашивает:

P_n - номинальная мощность, кВт КПД - коэффициент полезного действия, %

$\cos \varphi_1$ - коэффициент мощности S_n - номинальное скольжение, %

I_p/I_n - отношение пускового тока к номинальному

Также запрашивается ряд коэффициентов:

$k_x = x'^2/x_1$ $k_r = r'^2/r_1$

$k_i = (I_p/I_n)_{\text{расчётное}} / (I_p/I_n)_{\text{опытное}}$

k_p - отношение потерь в меди к суммарным потерям в асинхронном двигателе

Ок

Рисунок 3. Окно справочной информации

Авторы с благодарностью воспримут замечания и пожелания, позволяющие увеличить полезный эффект от использования программы, которая может быть востребована при обращении по адресу alexandr2015.al@yandex.ru.

Литература

1. Марков, В.А. Определение параметров и характеристик асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором/ В.А. Марков // МГОУ-XXI-Новые технологии. – 2002. – №1. – С. 42 – 46.
2. Пустоветов, М. Ю. Приближённый расчёт параметров схемы замещения асинхронного двигателя/ М.Ю. Пустоветов, С.Ю. Пустоветова // МГОУ-XXI-Новые технологии. – 2004. – №1. – С. 25 – 28.
3. Фираго, Б.И. Регулируемые электроприводы переменного тока / Б.И. Фираго, Л.Б. Павлячик. – Мн.: Техноперспектива, 2006. – 363 с.
4. Донской, Н. В. Определение параметров асинхронных двигателей по паспортным данным и пусковым характеристикам/ Н.В. Донской // Труды VII Междунар. (XVIII Всерос.) конф. по автоматизированному электроприводу АЭП-2012, октябрь 2012 г. – Иваново : ИГЭУ, 2012. – С. 201 - 205.
5. Пустоветов, М.Ю. Компьютерное моделирование асинхронных двигателей и трансформаторов. Примеры взаимодействия с силовыми электронными преобразователями / М.Ю. Пустоветов, К.П. Солтус, И.В. Синявский // – Saarbrücken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 209 с.
6. Пустоветов М. Ю. Приближённое определение параметров асинхронных двигателей / М.Ю. Пустоветов // Технологія-2013 : матеріали міжнар.наук.-техн. конф., 26-27 квіт. 2013 р., м. Северодонецьк. Ч. II ; под ред. В.Ю. Тарасова. – Северодонецьк : Технол. ін-т Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля (м. Северодонецьк), 2013. – С. 84 – 86.
7. Котенев, В.И. Определение параметров схемы замещения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором по справочным данным / В.И. Котенев, А.В. Котенев, В.В. Кочетков // Известия вузов. Сер. Электромеханика. – 2016. – № 6 (548). – С. 13 – 17.

ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПІДГРІВАЧЕМ КАРСОЛУ НА БАЗІ SCADA-СИСТЕМИ TRACE MODE

Гулаков Д.Г., Кузнецова О.В.

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Вимога підвищення надійності систем диспетчерського управління є однією з передумов появи нового підходу, реалізованого в концепції SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition - диспетчерське управління і збір даних) і зумовленого ходом розвитку систем управління і результатами науково-технічного прогресу.

SCADA-система являє собою пакет програм, призначений для розробки і реалізації комп'ютерних робочих станції операторів в системах автоматизації виробництва, тобто програмні засоби, що реалізують основні функції візуалізації вимірюваної і контрольованою інформації, передачі даних і команд системі контролю і управління.

Застосування SCADA-технологій дозволяє досягти високого рівня автоматизації у вирішенні завдань розробки систем управління, збору, обробки, передачі, зберігання і відображення інформації.

Мета даної роботи є створення проекту комп'ютерно-інтегрованої системи управління (KICY) підігрівачем розчину «Карсол» у виробництві аміаку. Гарячий розчин «Карсол» використовується для охолодження конвертованого газу перед подачею в систему очищення від оксиду вуглецю[1]. Стабілізація температури газу після підігрівача здійснюється регулятором і регулюючим органом шляхом зміни витрати Карсолу.

Згідно з завданням KICY повинна виконувати наступні функції: збір та реєстрацію первинної інформації про хід теплових процесів у підігрівачі; подання інформації у вигляді мнемосхеми; подання інформації у вигляді мнемосхеми; реєстрацію та перегляд історії технологічного процесу; забезпечення режимів автоматичного та ручного керування; налаштування параметрів ПД-регуляторів в ручному режимі.

Як інструмент розробки проекту KICY використано SCADA-систему Trace Mode [2]. В даній роботі представлений спосіб проектування «від шаблонів». Для створення графічних екранів інтерфейсу оператора використано стандартні бібліотеки Trace Mode.

Шаблон головного екрану системи приведений на рис. 1. На ньому можна бачити декілька зон, кожна з яких призначена для реалізації певних функцій. Цей інтерфейс оператора реалізує моніторинг поточних параметрів процесів у підігрівачі розчину «Карсол», при цьому параметри технологічного процесу можуть відображатися в реальному масштабі часу як у цифровому виді, так і за допомогою анімованих зображень, що змінюють свій колір, розмір, положення, зовнішній вигляд - в залежності від стану відповідного параметра.

З головного екрану оператор має змогу перейти на допоміжний натисканням відповідної кнопки і переглянути інформацію, показану на трендах і звіту тривоги, виконати зміну параметрів регулятора в автоматичному режимі керування, відреагувати на аварійні ситуації.

За допомогою кнопки «Регулювання» можна задавати початкові параметри налаштування вибраного ПД-регулятора та змінювати їх у ході роботи, спостерігати реакції системи, оцінювати якість регулювання на основі максимальної розбіжності між завданням та дійсним значенням температури. Оператор у зазначеному режимі може виставити нове завдання та виконати необхідне налаштування параметрів регулятора.

У проекті передбачено використання ручного режиму при натисканні кнопки «Керування», що дозволяє самостійно змінювати ступінь відкривання клапану для дослідження роботи системи керування з підтримання заданої температури охолодження конвертованого газу.

Ручний режим дозволяє дослідити роботу системи керування температурним режимом у підігрівачі за різних значень параметрів процесу та налаштувань регулятора.

При переході на екран при натисканні кнопки «Тренди» оператор може переглянути дані про поточну температуру конвертованого газу і її зміну у реальному часі та про поточну витрату і температуру розчину «Карсол», що надходять у підігрівач.

Кнопка «Імітація аварійної ситуації» відкриває екран з панеллю, на якій можна вибрати ту чи іншу аварійну ситуацію, при цьому загоряється сигнальна лампочка. Після усунення причини аварії можна перейти до попереднього стану і лампочка гасне.

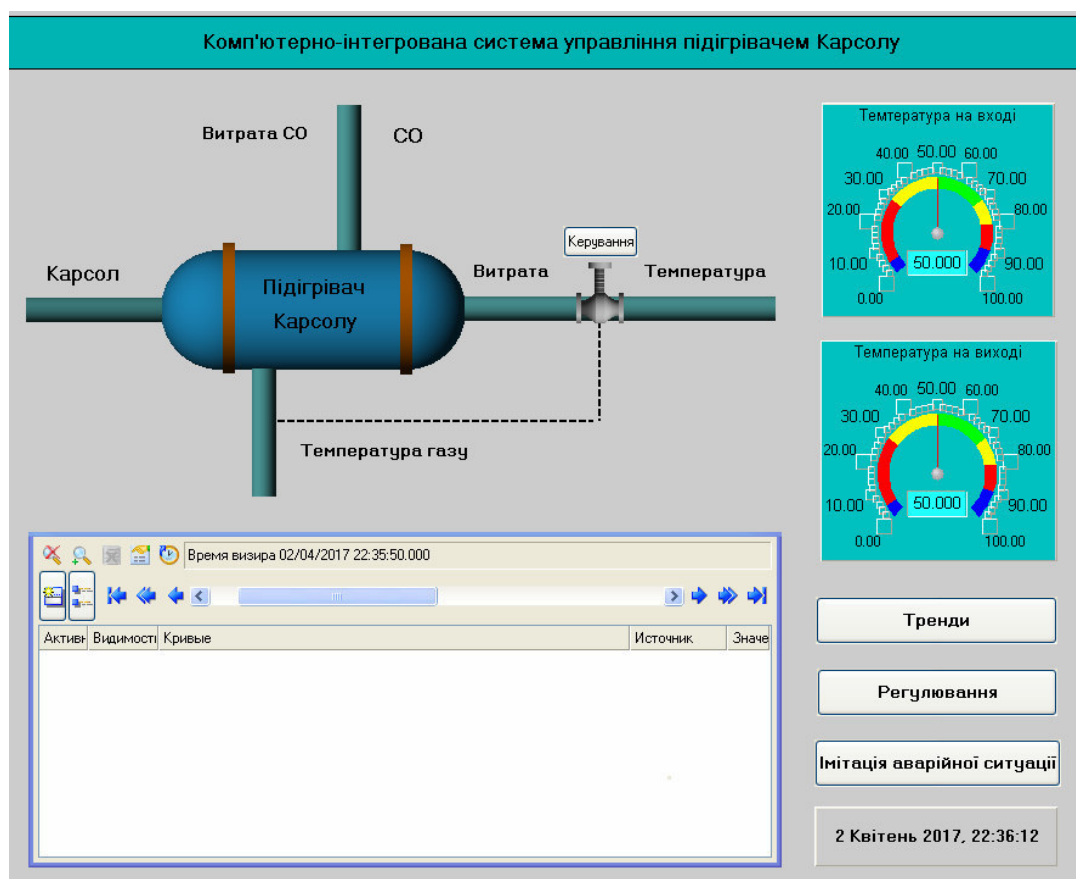


Рис. 1. Шаблон головного екрану системи

Другим етапом проектування КІСУ є розробка програмного забезпечення [3]. Створені шаблони програм ПД-регулювання температури і імітації параметрів підігрівача. Програми реалізовані на мові FBD. Також розроблений шаблон програми керування клапаном на мові ST.

Розроблена КІСУ буде далі використана в подальших дослідженнях.

Література

1. Стенцель Й.І., Поркуян О.В. Автоматизація технологічних процесів хімічних виробництв: Підручник. – Луганськ: вид-во Східноукр. нац. ун-ту ім. В.Даля, 2010. – 300 с.

2. Т.А.Пьявченко. Проектирование АСУТП в SCADA-системе – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2007. - 84 с.

3. Руководство пользователя. TRACE MODE 6. Том 2. 11-е издание (к релизу 6.06). Москва 2008. AdAstrA Research Group, Ltd., 517 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ

Шевченко Н.Ю., к.э.н., доцент, Фетисова О.Н., аналитик «IT 2.0»

Донбасская государственная машиностроительная академия

Система управления персоналом (СУП) включает ряд функциональных подсистем, специализирующихся на выполнении однородных функций по управлению кадровым обеспечением организации (предприятия), рис. 1.

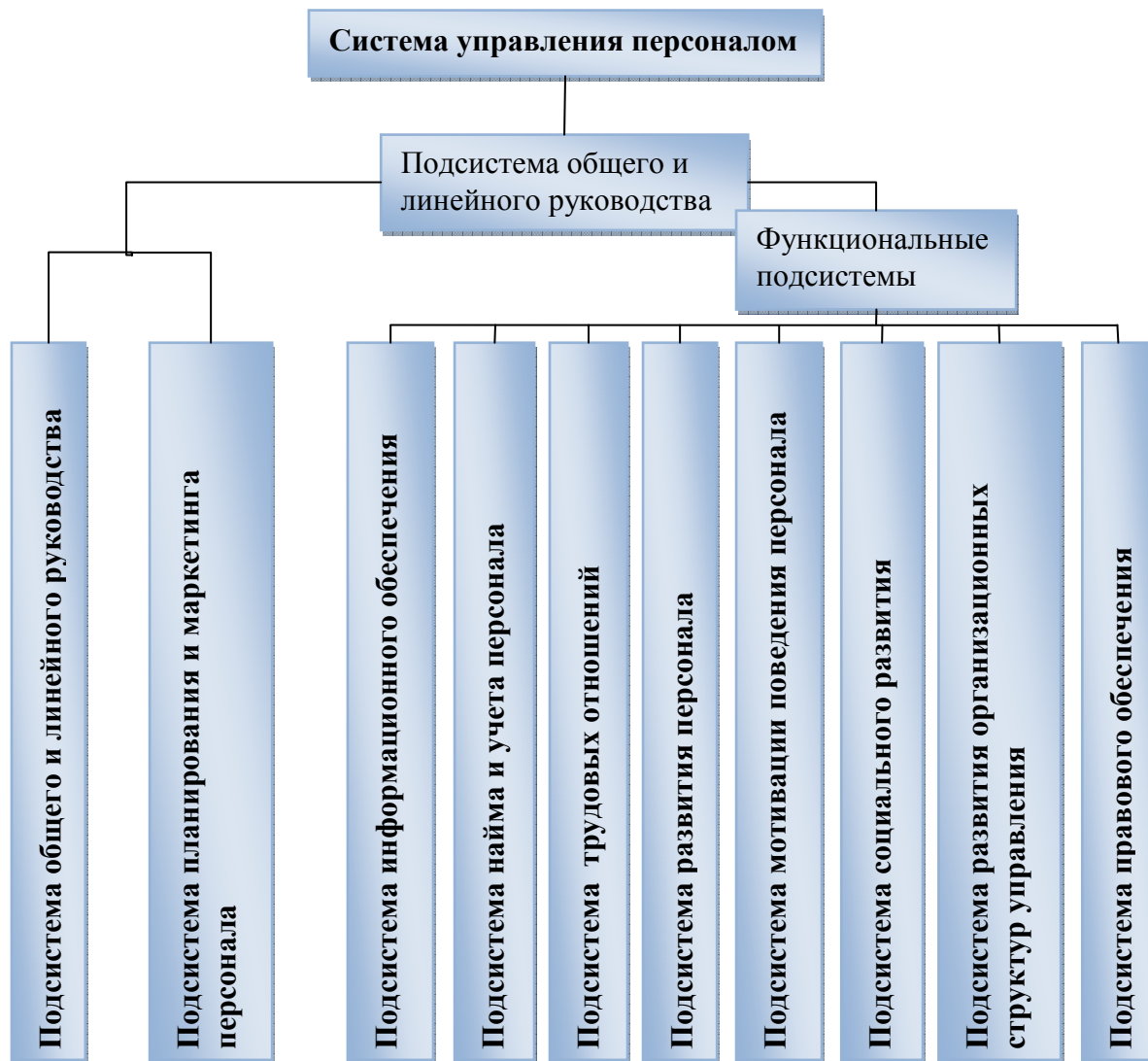


Рисунок 1 – Система управления персоналом

Основной задачей СУП является учёт человеческих ресурсов на предприятии, их своевременный анализ и возможность принять решение в отношении этих ресурсов.

Автоматизация процессов управления персоналом приведёт к увеличению скорости анализа кадрового обеспечения, сократит затраты времени на обработку сведений о персонале, в том числе о результатах аттестаций сотрудников, создаст информационную базу принятия оперативных обоснованных управленческих решений.

Целью работы является проектирование автоматизированной СУП, реализующей функции аттестации (оценки) сотрудников.

Концептуально варианты использования автоматизированной СУП можно представить следующим образом (рис. 2).

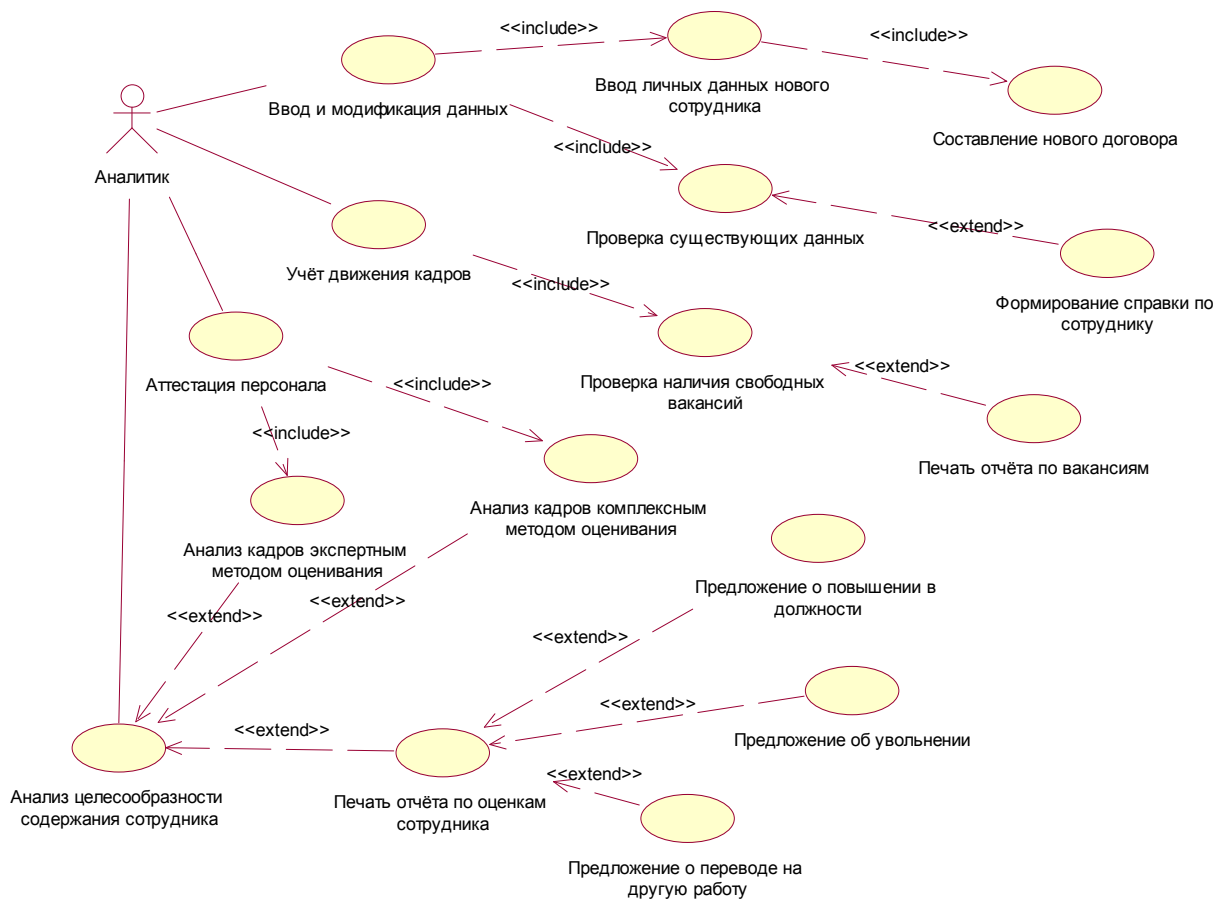


Рисунок 2 – Диаграмма вариантов использования автоматизированной СУП

Пользователем системы является аналитик – специалист кадровой службы предприятия. Пользователь должен иметь доступ к базе данных всех сотрудников, проводить аттестацию, анализировать целесообразность «наличия» сотрудника, проверять базу вакансий, как занятых, так и свободных. Кроме того автоматизированная СУП должна как минимум позволять: ввод данных о новом сотруднике, редактирование и просмотр информации по личным данным сотрудников, анализ кадрового состава, оценку сотрудников и выводить результаты аттестации. При разработке программного обеспечения следует также учесть общие требования: возможность хранения данных о двух и более оценках одного сотрудника в динамике, хранение базы должностей, возможность просмотра занимаемых вакансий, хранение списка возможных режимов работы, выбор соответствующего списка вопросов для оценки сотрудников в зависимости от должности, возможность формирования отчётности, поиск и фильтрация по заданным критериям, формирование и хранение договоров с сотрудниками.

Оценка персонала может состоять из двух этапов.

Этап 1. Расчёт оценки по комплексному показателю. К показателям, характеризующим сотрудника, относятся степень развития профессиональных и личных качеств, уровень квалификации, а также показатели, характеризующие выполняемую работу.

Комплексная оценка (Д) определяется так:

$$Д = П \cdot К + 3 \cdot С, \quad (1)$$

где П – оценка профессиональных и личных качеств работника; К – уровень квалификации; Р – результат труда; С – сложность выполняемых функций.

Каждый элемент комплексной оценки характеризуется своим набором признаков и имеет соответствующую шкалу для их количественного измерения.

Для определения показателя производится оценка проявления каждого из признаков с учетом их удельной значимости, определяемой экспертным путем, отдельно для руководителей и специалистов. При соответствии конкретного признака среднему уровню его количественная оценка равна 1.0, ниже среднего – 0.75, выше среднего – 1.25.

Каждый признак профессиональных и личных качеств (для руководителей число признаков равно 5, для специалистов – 6) имеет 3 уровня проявления и оценивается по принципу отклонения от среднего значения.

Пример признаков, определяющих сложность работ и результатов труда, приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Оценка признаков, определяющих сложность работ

№ п/п	Признаки профессиональных и личных качеств	Удельная значимость признака в общей оценке деловых качеств	Оценка признаков с учетом удельной значимости		
			0,75	1,0	1,25
1.	Связана ли работа с принятием решений	0,3	0,225	0,3	0,375
2.	При работе требуется интеллектуальная деятельность	0,3	0,225	0,3	0,375
3.	Связана ли работа с долгосрочным планированием	0,4	0,3	0,4	0,475

Таблица 2 – Оценка признаков, определяющих результаты труда

№ п/п	Признаки профессиональных и личных качеств	Удельная значимость в общей оценке деловых качеств	Оценка признаков с учетом удельной значимости		
			0,75	1,0	1,25
1.	Количество выполненных работ	0,3	0,225	0,3	0,375
2.	Качество выполненных работ	0,4	0,3	0,4	0,475
3.	Соблюдение сроков выполнения работ	0,3	0,225	0,3	0,375

Этап 2. Расчёт оценки с помощью независимых экспертов. Важным условием применения этого метода является обеспечение анонимности выставляемых экспертами оценок и обоснованность подбора состава экспертных комиссий. После обсуждения результатов каждая экспертная комиссия утверждает не только перечень качеств, включаемых в анкету, но и определяет количественную оценку каждого качества в баллах. Качества располагаются в анкете в виде ранжированного списка – от более до менее значимого. В соответствии с этим выставляется первая оценка, которая характеризует степень значимости качества. Вторая оценка – это оценка степени проявления этих же качеств по четырем вариантам ответа. Эксперт при этом должен установить, как часто определяемое качество проявляется у аттестуемого по следующей балльной шкале: если всегда – 1,5 балла; если в большинстве случаев – 1 балл; если иногда – 0,5 балла; если почти никогда – 0 баллов. Обработка результатов оценки

аттестуемого осуществляется путем заполнения специального бланка – «Бланк результатов опроса экспертов».

Детальный анализ оценок экспертов по качествам может помочь определить для каждого работника конкретные направления совершенствования его деятельности и дальнейшего роста производительности труда и их влияние на динамику выпуска продукции (эффективности оказания услуг и др.).

Таким образом, основное предназначение предлагаемой системы управления персоналом заключается в автоматизации работы сотрудника отдела кадров или менеджера по персоналу. Данная система позволяет сконцентрировать не только всю необходимую информацию о кадрах предприятия, но и позволяет проводить аттестацию сотрудников.

ИССЛЕДОВАНИЕ АППРОКСИМАЦИИ СТЕПЕННЫХ ФУНКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ANFIS-РЕДАКТОРА MATLAB

Макаров Д.С., Самойлова Ж.Г.

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

В последнее время четко обозначена тенденция все более широкого использования специализированного программного обеспечения в повседневной деятельности инженеров, работающих в области автоматизации химической отрасли промышленности, так как сейчас достаточно активно развивается способ построения автоматизированных систем управления на основе использования технологий искусственного интеллекта (нейронные сети, нечеткая логика, генетические алгоритмы). Известно немного попыток использования в химической промышленности технологий искусственного интеллекта. Их используют для интерпретации показаний сенсоров, отбора сенсоров для контроля химических процессов, прогноза температурного режима технологических процессов.

Моделирование и исследование работы искусственных нейронных сетей можно проводить с помощью программных симуляторов. Наиболее распространёнными пакетами для моделирования свойств нейросетей являются: Neural Works Pro Plus, Neuro Solution, Matlab (Neural Network Toolbox), Neuro Wisard, ANsim, Neural Ware и другие. Программы отличаются сложностью, количеством типов нейронов и алгоритмов обучения, которые поддерживаются в системе.

Наиболее используемая в настоящее время программной реализацией указанных подходов является математическая система ANFIS-редактор MATLAB 7.1.0. ANFIS является аббревиатурой Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System – (адаптивная нейро-нечеткая система). ANFIS-редактор позволяет автоматически синтезировать из экспериментальных данных нейро-нечеткие сети. Нейро-нечеткую сеть можно рассматривать как одну из разновидностей систем нечеткого логического вывода типа Сугэно. При этом функции принадлежности синтезированных систем настроены (обучены) так, чтобы минимизировать отклонения между результатами нечеткого моделирования и экспериментальными данными.

В данной работе была исследована аппроксимация степенных функций вида

$$Y = X^n$$

где $n=2,3,5,6$ с помощью ANFIS-редактора MATLAB 7.1.0.

Была получена оптимальная структура нейро-нечёткой нейронной сети, определены функции активации на входе и выходе сети. Точность аппроксимирования контролировали по минимальной относительной погрешности на выходе сети.

В результате проведённых исследований были получены результаты, представленные в таблице 1.

Таблиця 1

Исследуемая функция	Метод расчёта погрешности	Функция активации на входе сети	Функция активации на выходе сети	Относительная погрешность на выходе сети
$Y = X^2$	hybrid	постоянная	gauss2mf	0,39
	hybrid	линейная	dsigmf	0,87
$Y = X^3$	hybrid	постоянная	trimf	0,948
	hybrid	линейная	prigmf	0,251
$Y = X^5$	hybrid	постоянная	pimf	0,48
	hybrid	линейная	gauss2mf	0,035
$Y = X^6$	hybrid	постоянная	trimf	2,013
	hybrid	линейная	gaussmf	4,002

Наиболее точную аппроксимацию в данной работе для рассматриваемых функций обеспечивает нейронечёткая сеть с гибридным методом расчёта погрешности, линейной активацией на входе сети, двойной гауссовой функцией активации на выходе сети, а также при аппроксимации функции $Y = X^5$.

Сегодня MATLAB можно рассматривать как один из важных элементов подготовки специалистов в ВУЗах Украины. Программный код пакета открыт, поэтому пользователь может не только просмотреть алгоритмы, но и модифицировать их под свои запросы

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СЕТИ ХОПФИЛДА

Колесник.А.А.. Самойлова Ж. Г. доц

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

Целью данной работы является ознакомление со структурой построения сети Хопфилда.

Введение. Сеть является биполярной, то есть оперирует только величинами $\{-1, 1\}$. В сети имеется один слой настраиваемых весов w_{ji} .

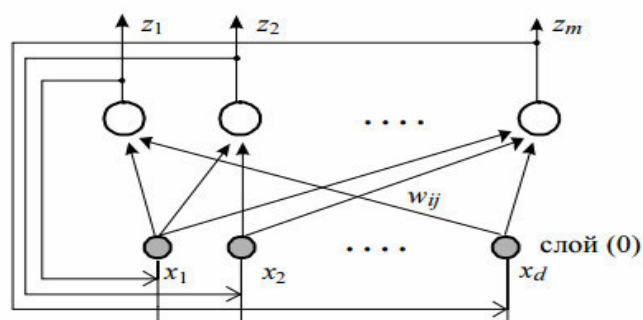


Рис 1. Сеть Хопфилда

Все нейроны единственного слоя возвращают свои выходы на свой вход и входы всех остальных нейронов сети посредством распределителей (нейронов) слоя (0). Каждый нейрон реализует следующие шаги:

1) вычисляет взвешенную сумму а своих входов:

$$a_j = \sum_{i \neq j}^M (w_{ji} z_i) + x_j \quad (1.1)$$

2) к сумме применяется нелинейная пороговая функция $g(a)$:

$$z_j = g(a) = \begin{cases} 1, a_j > T_j \\ -1, a_j < T_j \\ a_j = T_j \end{cases}, T_j - \text{порог нейрона} \quad (1.2)$$

Сеть Хопфилда функционирует следующим образом. Входные сигналы подаются один раз в начале работы, затем сеть работает только за счет возвращенных выходов. Состояние всех нейронов сети изменяется одновременно. В конце работы сеть стабилизируется в устойчивом состоянии. Так как сеть Хопфилда работает с биполярными числами, то состояние ее выходов всегда можно описать бинарным числом $z_j \in \{-1, 1\}$.

Устойчивость сети Хопфилда

Сеть Хопфилда гарантированно будет устойчивой при выполнении следующих условий:

- 1) матрица весов W симметрична $w_{ij} = w_{ji}$;
- 2) имеет нули на главной диагонали $w_{ii} = 0, \forall_i$. Приведем упрощенное доказательство.

Рекуррентную нейронную сеть можно рассматривать как динамическую систему, имеющую некоторое энергетическое состояние. Если описать энергию системы функцией E и показать, что E при любом изменении состояния всегда убывает или не изменяется, то система (нейронная сеть) будет по определению устойчивой. Используя условия 1 и 2, можно описать энергетическое состояние системы E функцией Ляпунова:

$$E = -\frac{1}{2} \sum_i \sum_j w_{ji} z_j z_i - \sum_j x_j z_j + \sum_j T_j z_j \quad (1.3)$$

Здесь w_{ij} – веса, z_j – выходное значение нейрона j , x_j – j -й элемент входного вектора, T_j – порог нейрона j . Изменение энергии E_j , вызванное изменением состояния z_j нейрона j , есть

$$\Delta E_j = - \left[\sum_{i \neq j} (w_{ji} z_i) + x_j - T_j \right] \Delta z_j. \quad (1.4)$$

Используя формулы (1.1) и (1.2), это выражение можно переписать:

$$\Delta E_j = -(a_j - T_j) \Delta z_j \quad (1.5)$$

Возможны три варианта:

1) $a_j > T_j, \forall_j$. Отсюда следует, что выражение (1.4) > 0 , также подставляя это условие в (1.2), видно, что Δz_j изменится в положительную сторону $\Delta z_j > 0$ либо не изменится. В итоге $\Delta E \leq 0$ убывает или стабилизируется;

2) $a_j < T_j, \forall_j$. Отсюда следует, что выражение (1.4) < 0 , также подставляя это условие в (1.2), Δz_j изменится в отрицательную сторону $\Delta z_j \leq 0$, либо не изменится. В итоге $\Delta E \leq 0$ убывает или стабилизируется;

3) $a_j = T_j, \forall_j$. Следовательно, $\Delta E = 0$, то есть стабилизируется. Таким образом, любое изменение состояний сети уменьшает энергию системы, и сеть Хопфилда является устойчивой.

В данной работе были исследованы основные принципы построения и структуры сетей Хопфилда. На основании проведенных исследований можно сделать выводы, что сети Хопфилда помогают решать задачи кодирования эталонов, хотя имеют ряд недостатков: относительно небольшой объем памяти, достижение устойчивого состояния не гарантирует правильный ответ сети.

Литература.

1. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика - [www.neuropower.de/rus/\(1992\)](http://www.neuropower.de/rus/(1992))

2. Короткий С. Нейронные сети: обучение без учителя. – 1998. www.org.ru/stasson/n3.zip

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ, ПОСТРОЕНИЯ И ОБУЧЕНИЯ РАДИАЛЬНО-БАЗИСНЫХ СЕТЕЙ

Куценко О. І., Самойлова Ж. Г. доц

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

Цель: ознакомиться со структурой построения радиально-базисных сетей, рассмотреть обучение RBF-сетей.

Введение.

Сеть радиально-базисных функций — искусственная нейронная сеть, которая использует радиальные базисные функции как функции активации.

Выходом сети является линейная комбинация радиальных базисных функций входов и параметров нейрона. Сети радиальных базисных функций имеют множество применений, в том числе функции приближения, прогнозирования временных рядов, классификации и системы управления.

Общий вид радиально-базисной функции:

$$f(x) = \phi\left(\frac{x^2}{\sigma^2}\right), \text{ например, } f(x) = e^{-\frac{x^2}{\sigma^2}},$$

где x -вектор входных сигналов нейрона,

σ — ширина окна функции, $\phi(y)$ $\{\displaystylestyle \phi(y)\}$ — убывающая функция (чаще всего, равная нулю вне некоторого отрезка).

Радиально-базисная сеть характеризуется тремя особенностями:

1. Единственный скрытый слой;
2. Только нейроны скрытого слоя имеют нелинейную активационную функцию;
3. Синаптические веса связей входного и скрытого слоев равны единице.

Нейронные сети с радиальными базисными функциями

Сети РБФ имеют ряд преимуществ перед многослойными сетями прямого распространения. Во-первых, они моделируют произвольную нелинейную функцию с помощью всего одного промежуточного слоя, тем самым избавляя разработчика от необходимости решать вопрос о числе слоев. Во-вторых, параметры линейной комбинации в выходном слое можно полностью оптимизировать с помощью хорошо известных методов линейной оптимизации, которые работают быстро и не испытывают трудностей с локальными минимумами, так мешающими при обучении с использованием алгоритма обратного распространения ошибки. Поэтому сеть РБФ обучается очень быстро – на порядок быстрее, чем с использованием алгоритма ОР.

Недостатки сетей РБФ: данные сети обладают плохими экстраполирующими свойствами и получаются весьма громоздкими при большой размерности вектора входов.

На рис.1 представлена структурная схема нейронной сети с радиальными базисными функциями.

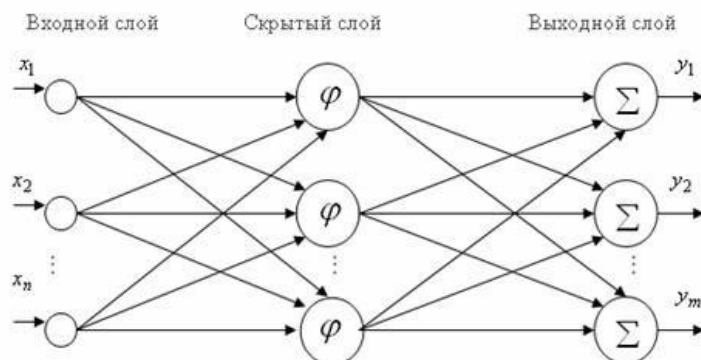


Рис.1. Сеть с радиальными базисными функциями

Нейронная сеть радиальных базисных функций содержит в наиболее простой форме три слоя: обычный входной слой, выполняющий распределение данных образца для первого слоя весов; слой скрытых нейронов с радиально симметричной активационной функцией, каждый j -й из которых предназначен для хранения отдельного эталонного вектора в виде вектора весов $w_j^{(h)}$; выходной слой.

Обучение RBF-сети

Имеем обучающий набор: $\{x_n\} \rightarrow \{t_n\}$. Обучение происходит в два этапа:

1) определяются параметры базисных функций: μ_j , σ_j . Причем, как правило, используются только входные векторы $\{x_n\}$, т.е. обучение происходит по схеме «без учителя». Для определения σ_j используется алгоритм «ближайшего соседа». Выбирается количество центров (базисов) M . Алгоритм ищет разбиение множества $\{x_n\}$ на M несмежных подмножеств S_j таким образом, чтобы минимизировать функцию

$$J, \quad J = \sum_{j=1}^M \sum_{n \in S_j} |x^n - \mu_j|^2 \quad \text{где} \quad \mu_j = \frac{1}{N_j} \sum_{n \in S_j} x^n \quad (1.1)$$

Здесь μ_j фактически является средней точкой S_j . Первоначальное разбиение производится случайным образом. Вычисляется μ_j . Затем разбиение изменяется, пока существует возможность уменьшить J . Параметр σ_j – выбирается эвристическим путем. Как правило, σ_j делают чуть большим расстояния между центрами соответствующих базисных функций μ_j ;

2) на втором этапе фиксируются базисные функции. RBF-сеть получается равной однослойной нейронной сети. Затем обучение происходит по правилу обучения «с учителем». Как обычно, минимизируется ошибка $E(w) = \frac{1}{2} \sum_n \sum_k (w_{kj} \Phi_j - t_k^n)^2$. Так как E является квадратической функцией от весов w , то минимум E может быть найден решением системы линейных уравнений

$$\frac{\partial E}{\partial w} = \sum_n \left\{ \sum_k (w_{kj} \Phi_j - t_k^n) \Phi_j \right\} = 0 \quad (1.2)$$

Решение системы (1.2) находится крайне быстро. Следовательно, алгоритм обучения RBF-сетей является очень эффективным.

В данной работе были исследованы основные принципы построения и структуры радиально-базисных сетей и методы обучения таких сетей. На основании проведенных исследований можно сделать выводы, что РБФ сети имеют определённые преимущества и недостатки по сравнению с сетями на основе многослойного перцептрона, которые могут быть использованы в промышленности.

Литература.

1. Calvin W.H. and Ojemann G.A. Conversations with Neil's Brain: The Neural Nature of Thought And Language. – Addison-Wesley - faculty.washington.edu/wcalvin/(1994).

2. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика - www.neuropower.de/rus/(1992)

3. Короткий С. Нейронные сети: обучение без учителя. – 1998. www.orc.ru/stasson/n3.zip

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСТРОЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ МНОГОСЛОЙНОГО ПЕРЦЕПТРОНА

Мамедов Ф.А., Самойлова Ж. Г. доц

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

Цель: ознакомиться с искусственными нейронными сетями, многослойным перцептроном.

ИНС представляют собой систему соединённых и взаимодействующих между собой простых процессоров (искусственных нейронов). Такие процессоры обычно довольно просты (особенно в сравнении с процессорами, используемыми в персональных компьютерах). Каждый процессор подобной сети имеет дело только с сигналами, которые он периодически получает, и сигналами, которые он периодически посылает другим процессорам. И, тем не менее, будучи соединёнными в достаточно большую сеть с управляемым взаимодействием, такие по отдельности простые процессоры вместе способны выполнять довольно сложные задачи.

Биологический нейрон — сложная система, математическая модель которого до сих пор полностью не построена. Введено множество моделей, различающихся вычислительной сложностью и сходством с реальным нейроном. Одна из важнейших — формальный нейрон (ФН, рис.1.). Несмотря на простоту ФН, сети, построенные из таких нейронов, могут сформировать произвольную много мерную функцию на выходе.



Рис.1 . Формальный нейрон

Нейрон состоит из взвешенного сумматора и нелинейного элемента. Функционирование нейрона определяется формулами:

$$NET = \sum_i w_i x_i \quad (1.1)$$

$$OUT = F(NET - \theta) \quad (1.2),$$

где x_i — входные сигналы, совокупность всех входных сигналов нейрона образует вектор x ;

w_i — весовые коэффициенты, совокупность весовых коэффициентов образует вектор весов w ;

NET — взвешенная сумма входных сигналов, значение NET передается на нелинейный элемент;

θ — пороговый уровень данного нейрона;

F — нелинейная функция, называемая функцией активации. Нейрон имеет несколько входных сигналов x и один выходной сигнал OUT .

Параметрами нейрона, определяющими его работу, являются: вектор весов w , пороговый уровень θ и вид функции активации F .

Ограничения модели нейрона

1. Вычисления выхода нейрона предполагаются мгновенными, не вносящими задержки. Непосредственно моделировать динамические системы, имеющие "внутреннее состояние", с помощью таких нейронов нельзя.

2. В модели отсутствуют нервные импульсы. Нет модуляции уровня сигнала плотностью импульсов, как в нервной системе. Не появляются эффекты синхронизации, когда скопления нейронов обрабатывают информацию синхронно, под управлением периодических волн возбуждения торможения.

3. Нет четких алгоритмов для выбора функции активации.

4. Нет механизмов, регулирующих работу сети в целом (пример гормональная регуляция активности в биологических нервных сетях).

5. Чрезмерная формализация понятий: "порог", "весовые коэффициенты". В реальных нейронах нет числового порога, он динамически меняется в зависимости от активности нейрона и общего состояния сети. Весовые коэффициенты синапсов тоже не постоянны. "Живые" синапсы обладают пластичностью и стабильностью: весовые коэффициенты настраиваются в зависимости от сигналов, проходящих через синапс.

6. Существует большое разнообразие биологических синапсов. Они встречаются в различных частях клетки и выполняют различные функции. Тормозные и возбуждающие синапсы реализуются в данной модели в виде весовых коэффициентов противоположного знака, но разнообразие синапсов этим не ограничивается. Дендродендритные, аксоаксональные синапсы не реализуются в модели ФН.

7. В модели не прослеживается различие между градуальными потенциалами и нервными импульсами. Любой сигнал представляется в виде одного числа.

Итак, модель формального нейрона не является биоподобной и скорее похожа на математическую абстракцию, чем на живой нейрон. Тем удивительнее оказывается многообразие задач, решаемых с помощью таких нейронов и универсальность получаемых алгоритмов.

Многослойный перцептрон

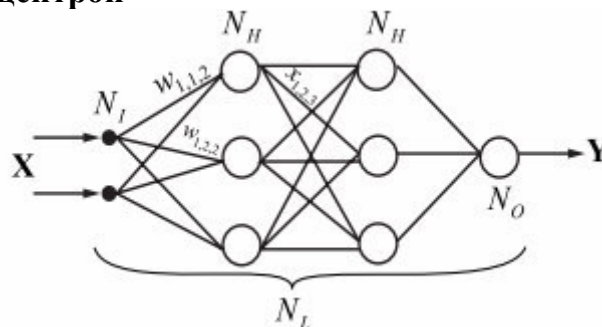


Рис.2 . Многослойный перцептрон.

Сеть состоит из произвольного количества слоев нейронов. Нейроны каждого слоя соединяются с нейронами предыдущего и последующего слоев по принципу "каждый с каждым". Первый слой (слева) называется сенсорным или входным, внутренние слои называются скрытыми или ассоциативными, последний (самый правый, на рисунке состоит из одного нейрона) — выходным или результативным. Количество нейронов в слоях может быть произвольным. Обычно во всех скрытых слоях одинаковое количество нейронов. Обозначим количество слоев и нейронов в слое.

Входной слой: N_i нейронов; N_h нейронов в каждом скрытом слое; N_o выходных нейронов. x - вектор входных сигналов сети, y - вектор выходных сигналов.

Работа многослойного перцептрона (МСП) описывается формулами:

$$NET_{jl} = \sum_i w_{ijl} x_{ijl} \quad (1.3)$$

$$OUT_{jl} = F(NET_{jl} - \theta_{jl}) \quad (1.4)$$

$$x_{ij(l+1)} = OUT_{il} \quad (1.5)$$

где индексом i всегда будем обозначать номер входа,

j — номер нейрона в слое, l — номер слоя.

x_{ijl} — i -й входной сигнал j -го нейрона в слое l ;

w_{ijl} — весовой коэффициент i -го входа нейрона номер j в слое l ;

NET_{jl} — сигнал NET j -го нейрона в слое l ;

OUT_{jl} — выходной сигнал нейрона;

θ_{jl} — пороговый уровень нейрона j в слое l .

На основе проведённых исследований можно говорить об использовании нейронных сетей на основе многослойного перцептрона в качестве управляющих систем в условиях неполной или нечёткой информации.

Литература.

1. Суровцев И.С., Клюкин В.И., Пивоварова Р.П. Нейронные сети. — Воронеж: ВГУ, 1994. — 224 с.
2. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика. — М.: Мир, 1992.
3. Мкртчян С.О. Нейроны и нейронные сети. (Введение в теорию формальных нейронов) — М.: Энергия, 1971. — 232 с..

СЕТИ КОХОНЕНА

Коротенко Д.В. гр. РЭА-14д, доц. Самойлова Ж. Г.

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

В статье рассматриваются вопросы распознавания образов с использованием сети Кохонена. Самоорганизующая карта Кохонена - система нейронной сети часто используется для классифицирования входов на различные категории. Нейронная сеть Кохонена работает другим образом в отличие от нейронной сети с прямой связью. Использование карты Кохонена состоит из двух шагов: обучения и тестирования. При обучении входные примеры последовательно используются в качестве входа в нейронной сети, каждый раз, когда изменяются веса связей. Входные данные используются до тех пор, пока не достигнется сходимость нейронной сети. При тестировании веса не изменяются, и выход нейронной сети используется в качестве ответа нейронной сети для заданных входных данных.

Одним из типов конкурентоспособного самопроизвольного обучения является карта признаков Кохонена, или самоорганизующуюся карту (СОК). В неконтролируемом обучении нет никаких ожидаемых выходов, представленных в нейронной сети, как в контролируемом алгоритме обучения с учителем типа обратного распространения. Самоорганизующаяся карта Кохонена (СОК) - система нейронной сети, которую разработал Кохонен, часто используется для классифицирования входов на различные категории. Она работает от-личным образом в отличие от нейронной сети с прямой связью. Нейронная сеть Кохонена содержит только слой входа и выхода нейронов, при этом нет ни одного скрытого слоя. Подобно любой другой нейронной сети, использование карты Кохонена состоит из двух шагов: шага обучения и шага тестирования. При обучении входные примеры последовательно используются в качестве входа в нейронной сети каждый раз, когда изменяются веса связей. Входные данные используются до тех пор, пока не достигается сходимость нейронной сети. При тестировании веса не изменяются, и выход нейронной сети используется в качестве ответа нейронной сети для заданных входных данных. Карта Кохонена сформирована двумя слоями: входной слой и слой выхода.

Каждый нейрон слоя выхода связан с каждым нейроном входного слоя. Каждый нейрон определяет свой выход согласно взвешенной сумме в уравнении (1):

$$out_j = \sum_{i=1}^n w_{ij} x_i \quad (1)$$

Веса и входы обычно нормализованы, т. е. величина веса и входных векторов установлена равной единице. Нейрон с наибольшим выходом - «победитель», имеет заключительный выход 1, и все другие нейроны имеют выход 0.

Обучение нейронной сети Кохонена

Процесс обучения для карты признака Кохонена является прямым процессом. Для каждого набора обучения устанавливается один нейрон на выходном слое, который «победит» с минимальным расстоянием между его весами и входным вектором(2):

$$d_j = \sum_{i=1}^n (w_{ij} - x_i)^2 \quad (2)$$

Размер окрестностей используется для моделирования эффекта мексиканской функции «шляпа». Те нейроны, которые находятся в пределах расстояния, указанного размером окрестностей, участвуют в обучении и обновлениях векторов веса уравнением (3):

$$w_{ij} = (t + 1) = w_{ij}(t) + \eta(x_i - w_{ij}(t)) \quad (3)$$

Нейроны, которые находятся вне данного расстояния размера окрестности, не участвуют в обучении. Обычно размер окрестности запускается в качестве начального значения. И далее, например 50 % карты берется в качестве выходов и уменьшается в такой же пропорции в течение цикла обучения. Коэффициент скорости обучения - значение между 0 и 1, который дает скорость сходимости. Фиксированный, победивший нейрон, будет иметь скорректированный вес такой, что он будет реагировать более строго на входе на следующий раз. Поскольку различные нейроны побеждают для различных образцов, то будет увеличена их способность распознать специфический образец

Применение сети Кохонена для сжатия данных

Сеть Кохонена позволяет выделять похожие фрагменты данных в классы. Номер класса обычно занимает гораздо меньше места в памяти, чем ядро класса. Если передать получателю все ядра классов и номера классов, кодирующие каждый фрагмент данных, то данные могут быть восстановлены. При этом неизбежны потери, если число классов меньше числа различных фрагментов данных.

Применим сеть Кохонена для сжатия изображений. Представим изображение в виде прямоугольного массива точек — пикселей. Каждый пиксел имеет свою яркость. Разделим изображение на небольшие прямоугольные фрагменты, размером несколько пикселей. Создадим слой Кохонена, чтобы количество входов совпадало с количеством пикселей в одном прямоугольном фрагменте. Нейронов в слое Кохонена должно быть столько, сколько разновидностей фрагментов может встретиться в изображении. Если учесть, что различных

фрагментов может быть $c^{n \cdot m}$, где c — число градаций яркости в изображении, $n \cdot m$ — размеры фрагмента в пикселах, и для фрагмента 8 x 8 при 16 градациях яркости может быть $7,9 \cdot 10^{28}$ различных фрагментов, то очевидно, что потери при классификации неизбежны.

Сеть учится активировать один и тот же нейрон для сходных фрагментов. Активируется тот нейрон, который соответствует классу, к которому отнесен данный фрагмент изображения. При обучении сеть сама формирует ядра классов, т.е. набор фрагментов, из которых строится изображение.

Пусть, например, в двух нейронах слоя Кохонена запомнены два фрагмента изображения (рис.1) в виде весовых коэффициентов.



Рис.1 два фрагмента изображения — ядра классов, запомненные нейронами Кохонена, и фрагмент, предъявленный на входе.

Для выбора оптимального количества классов и размера фрагмента необходимы дополнительные соображения. Чем больше фрагмент и чем меньше нейронов в слое Кохонена, тем выше коэффициент сжатия, и тем больше потери при восстановлении.

Этот же метод может быть применен для сжатия других типов данных, например, речевых сигналов. Но учитывая потери при сжатии, сеть Кохонена в исходной модели неприменима для данных, которые должны быть точно восстановлены. Типичные значения коэффициента сжатия для сети Кохонена — от 10 до 100.

В заключении данной работы можно отметить что сети Кохонена актуальная тема, исследование которой важно для техники и информатики, так как она выдвинет эти науки на новый уровень.

ПРОБЛЕМА ОХРАНОЙ ИНФОРМАЦИИ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ

Жевжик В.С.. Самойлова Ж.Г. доц

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

Целью работы является изучение новых способов, методов защиты информации в телекоммуникационных сетях.

В области защиты информации и компьютерной безопасности в целом наиболее актуальными являются три группы проблем:

1. нарушение конфиденциальности информации;
2. нарушение целостности информации;
3. нарушение работоспособности информационно-вычислительных систем.

Задачи обеспечения безопасности:

- защита информации в каналах связи и базах данных криптографическими методами;
- подтверждение подлинности объектов данных и пользователей (аутентификация сторон, устанавливающих связь);
- обнаружение нарушений целостности объектов данных;
- обеспечение защиты технических средств и помещений, в которых ведется обработка конфиденциальной информации, от утечки по побочным каналам и от возможно внедренных в них электронных устройств съема информации;
- обеспечение защиты программных продуктов и средств вычислительной техники от внедрения в них программных вирусов и закладок;
- защита от несанкционированных действий по каналу связи от лиц, не допущенных к средствам шифрования, но преследующих цели компрометации секретной информации и дезорганизации работы абонентских пунктов;
- организационно-технические мероприятия, направленные на обеспечение сохранности конфиденциальных данных.

Средства защиты информации.

Для решения проблемы защиты информации основными средствами, используемыми для создания механизмов защиты принято считать:

1) Технические средства

- аппаратные — устройства, встраиваемые непосредственно в аппаратуру, или устройства, которые сопрягаются с аппаратурой локальных сетей по стандартному интерфейсу (схемы контроля информации по четности, схемы защиты полей памяти по ключу, специальные регистры);

- физические — реализуются в виде автономных устройств и систем (электронно-механическое оборудование охранной сигнализации и наблюдения. Замки на дверях, решетки на окнах).

2) Программные средства

- средства архивации данных
- антивирусные программы криптографические средства средства идентификации и аутентификации пользователей средства управления доступом
- протоколирование и аудит

3) Встроенные средства

Встроенные средства защиты информации в сетевых ОС доступны, но не всегда, как уже отмечалось, могут полностью решить возникающие на практике проблемы. Система SFT (System Fault Tolerance — система устойчивости к отказам) компании Novell включает три основных уровня:

- SFT Level I предусматривает, в частности, создание дополнительных копий FAT и Directory Entries Tables, немедленную верификацию каждого вновь записанного на файловый сервер блока данных, а также резервирование на каждом жестком диске около 2 % от объема диска. При обнаружении сбоя данные перенаправляются в зарезервированную область диска, а сбойный блок помечается как «плохой» и в дальнейшем не используется.

- SFT Level II содержит дополнительные возможности создания «зеркальных» дисков, а также дублирования дисковых контроллеров, источников питания и интерфейсных кабелей.

- SFT Level III позволяет применять в локальной сети дублированные серверы, один из которых является «главным», а второй, содержащий копию всей информации, вступает в работу в случае выхода «главного» сервера из строя.

4) Специализированные средства

- Firewalls — брандмауэры (firewall — огненная стена). Между локальной и глобальной сетями создаются специальные промежуточные серверы, которые инспектируют и фильтруют весь проходящий через них трафик сетевого/транспортного уровней. Это позволяет резко снизить угрозу несанкционированного доступа извне в корпоративные сети, но не устраняет эту опасность полностью. Более защищенная разновидность метода — это способ маскарда (masquerading), когда весь исходящий из локальной сети трафик посылается от имени firewall-сервера, делая локальную сеть практически невидимой.

- Proxy-servers (проxy — доверенность, доверенное лицо). Весь трафик сетевого/транспортного уровней между локальной и глобальной сетями запрещается полностью — маршрутизация как таковая отсутствует, а обращения из локальной сети в глобальную происходят через специальные серверы-посредники. Очевидно, что при этом обращения из глобальной сети в локальную становятся невозможными в принципе. Этот метод не дает достаточной защиты против атак на более высоких уровнях — например, на уровне приложения (вирусы, код Java и JavaScript).

Вывод

С каждым днем варианты, средства и способы защиты информации телекоммуникационных сетей пополняются, так же как и угроза. Они требуют постоянного, неослабевающего внимания со стороны государства и общества. Развитие информационных технологий побуждает к постоянному приложению совместных усилий по совершенствованию методов и средств, позволяющих достоверно оценивать угрозы безопасности информационной сферы и адекватно реагировать на них.

Литература

- 1) <https://uchil.net/?cm=96677>
- 2) <https://ru.wikipedia.org/wiki/protectinfo>
- 3) http://www.dlink.ua/ru/dfi_faq_32

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ СОЗДАНИЯ КВАНТОВЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ

Белущенко В. М., Самойлова Ж.Г. доц

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

Целью работы является исследование и анализ квантовых каналов связи.

Многие мировые ученые стремятся создать безопасные каналы связи. На данном этапе даже шифрование информации не защищает ее от взломов со стороны третьих лиц. Квантовые сети позволят полностью сохранить их от посягательства других лиц

Был запущен первый "квантовый" спутник QUESS для создания самой безопасной в мире связи. QUESS планируется использовать для проведения новаторских экспериментов в области квантовой связи, квантовой запутанности и проверки в космических масштабах базовых законов квантовой механики.

При помощи спутника Quantum Science Satellite будет сделана попытка проведения беспрецедентного эксперимента, цель которого состоит в том, чтобы определить, будет ли работать пока ещё малоизученный эффект квантовой запутанности на больших расстояниях – для этого со спутника будут излучаться запутанные фотоны для приёма двумя наземными станциями, расположенными на расстоянии 1 200 километров друг от друга.

Спутник, известный под аббревиатурами QSS (Quantum Science Satellite – Квантовый научный спутник), или же QUESS (Quantum Experiments at Space Scale – квантовые эксперименты в космических масштабах), также должен будет испытать возможности осуществления связи через квантовую телепортацию с использованием связанной пары фотонов.

Если при помощи спутника удастся осуществить успешную передачу защищённой квантовой информации между наземными станциями, это сможет иметь огромные последствия для развития криптографии.

Спутник QUESS стал первым в мире квантовым спутником связи, однако ряд других стран уже также озвучили свои планы по созданию подобных аппаратов, признавая их высокое значение для передачи зашифрованной информации.

Модуль полезной нагрузки спутника включает в себя квантовый ключевой коммуникатор, излучатель квантовой запутанности, источник квантовой запутанности, контроллер квантовых экспериментов, процессор, лазерный коммуникатор. Все они были созданы Национальным научным космическим центром в Пекине, работающим в структуре Китайской академии наук. Проектный срок службы спутника составляет два года.

В современных информационных сетях данные передаются в виде потока вспышек света по оптическому волокну: если вспышка есть – единица, если нет – ноль. Но такая передача информации небезопасна, потому как эти вспышки можно

вполне легко «подсмотреть», используя специальную технику, при этом, ни получатель, ни отправитель не будет знать о том, что сообщение было перехвачено.

В случае использования квантовой связи фотоны передают определенными группами, а ноли и единицы записываются особым образом. В том случае, если кто-либо захочет перехватить письмо, он это возможно сделает, но это, во-первых, не останется незамеченным, а во-вторых, вряд ли он прочтет это послание.

Все существующие на сегодня установки, использующие квантовую связь, ограничиваются передачей ключей шифрования, поэтому очень часто квантовая связь носит название «квантовое крипто». После того, как объекты получают необходимые ключи, они шифруют информацию и передают ее по сети. Но при этом ключи для шифрования должны очень часто меняться, поскольку скорость соединения остается весьма медленной.

На основании мнения экспертов, можно говорить о том, что если эксперименты завершатся удачно, квантовую спутниковую связь можно будет применить для организации информационной защищенной сети между посольствами тех государств, у которых данная технология уже существует.

ПРОБЛЕМЫ ВЫВОДА ДИНАМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЛОКАЛЬНЫХ ЗАДАЧАХ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Бондаренко А.С., Самойлова Ж.Г. к.т.н., доцент

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

Целью данной работы является исследование построения изолиний скалярного поля или силовых линий (линий тока) векторного поля в режиме анимации с помощью программы MATLAB.

В настоящее время в системе MATLAB существует два способа получения анимированных изображений — анимация «на лету» с помощью изменения свойств соответствующих графических объектов, и анимация, получаемая с помощью создания соответствующей матрицы с последующим ее выводом с помощью процедуры **movie**. Для создания анимированных демонстраций, обладающих интерактивными возможностями, предпочтительным является первый способ, особенно, в сочетании с графическим интерфейсом, позволяющим оперативно менять параметры задачи и тут же получать динамические результаты расчета на экран. Если задача готовится для самостоятельной работы студента, то предпочтительным вариантом является анимация «на лету» с одновременной возможностью самостоятельного задания входных параметров. Такая задача должна тщательно разрабатываться и еще с той точки зрения, что необходимо вводить достаточное количество проверок вводимых параметров, поскольку ошибочное (или злонамеренное) введение неверных значений может привести к аварийным ситуациям (деление на ноль, вычисление с несуществующим элементом и т. д.). Если же та же самая задача готовится преподавателем для демонстрации на лекции, то желательно заготовить набор параметров при которых демонстрируемый эффект наиболее ясен, либо приготовить заранее готовые массивы данных с уже записанными анимациями.

При разработке задач по электродинамике часто приходится выводить изолинии скалярного поля или силовые линии (линии тока) векторного поля, причем желательно делать это в режиме анимации если поле меняется со временем. Если для вывода отдельных линий в режиме «анимации на лету» существует подробное описание, то для вывода изолиний скалярного поля такого очевидного пути нет. Такая же проблема возникает при динамическом выводе гистограммы. Проблема состоит в том, что процедура вывода изолиний **contour()** и процедура построения

гистограммы являются процедурами высокого уровня, и они не генерирует дескриптор какого либо графического объекта, чьи свойства можно было бы менять в процессе вывода для создания эффекта анимации. В этом случае для анимирования гистограммы приходится поступать следующим образом. С помощью процедуры *hist* и *stairs* генерируется (без вывода на экран) набор координат ломаной, которая описывает требуемую гистограмму. Это может быть, например, такой код

```
y= %Генерация случайных чисел
dx=0.25; % Ширина бинов
x=-2.5:dx:2.5; % Центры бинов
% Вычисление параметров гистограммы
[ny,xh]=hist(y,x);
xh=xh-dx/2;
% Вычисление координат ломаной
[xl,yl]=stairs(xh,ny);
% Создание дескриптора ломаной линии
hl=line(xl,yl);
set(hl,'EraseMode','xor');
pause;
```

После этого уже можно запускать вычислительный цикл, в котором изменяются свойства линии XData и YData, что и приведет к анимированному выводу гистограммы.

Для создания анимированной картины движения изолиний пришлось использовать более сложный алгоритм, хотя суть его осталась такой же — выделение с помощью стандартных функций (в случае с изолиниями это функция *contourc*) векторов координат и дескрипторов линий, которые описывают искомые изолинии, присвоение им соответствующих свойств 'EraseMode' и постоянное обновление их координат в процессе движения изолиний. Трудность еще состояла в том, что в силу физической специфики задачи и ограниченной области вывода изолиний число изолиний изменялось в процессе вывода. Все это требовало специальных решений при разработке соответствующих процедур. Так например, для решения таких разных задач как изображение силовых линий поля излучения с помощью вектора Герца и изображения силовых линий магнитного поля и токов на стенках прямоугольных волноводов была разработана функция *move_contour*, которая приводится далее.

```
function [v,hl]=move_contour(x,y,Z,Niz,ini,hl)
% Эта процедура позволяет изобразить движущиеся
% изолинии переменного поля
% x и y - координаты прямоугольной сетки в узлах % которой рассчитано выводимое
% скалярное поле
% Y — матрица значений скалярного поля в узлах
% Niz — если это целое число, то это число выво-
% димых изолиний, а если это вектор, то его зна-
% чения — значения поля на выводимых изолиниях
```

```
persistent NNI
```

```
% Вычисление матрицы изолиний
CC=contourc(x,y,Z,Niz);
n1=0;
n3=length(CC);
```

```

n2=1;
ii=0;
while n2<n3
    ii=ii+1;
    n1=n1+2;
    n2=n1-1+CC(2,n1-1);
    if ini

%Выделение отдельной линии
    hl(ii)=line(CC(1,n1:n2),CC(2,n1:n2));
    v(ii)=CC(1,n1-1);
    set(hl(ii),'EraseMode','Xor','color','k');
    else

                                %Выделение отдельной линии
        set(hl(ii),'Xdata',CC(1,n1:n2),'Ydata',...
            CC(2,n1:n2));
    end;
    n1=n2;
end;% цикла while
if ini
    NNI=length(hl);
elseif NNI>ii
    for iii=ii+1:NNI

                                %Удаление «исчезнувших» линий
        set(hl(iii),'Xdata',[],'Ydata',[]);
    end;
end;

```

Вывод. В результате проведённых исследований был получен наиболее приемлемый алгоритм выделения с помощью стандартных функций (в случае с изолиниями это функция `contourc`) векторов координат и дескрипторов линий, которые описывают искомые изолинии, присвоение им соответствующих свойств 'EraseMode' и постоянное обновление их координат в процессе движения изолиний.

ТРЕХМЕРНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ – НОВЫЙ УРОВЕНЬ УПАКОВКИ КРИСТАЛЛА

Клюткина О.С., Тюндер И.С.. ст. преп.

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

Выполнять закон Мура путем масштабирования КМОП-схем становится все труднее и дороже. Простой путь к достижению нового уровня упаковки кристалла при относительно малых капитальных затратах – трехмерная интеграция. Современный уровень развития технологии интеграции – это уже, по сути, третье её поколение.

Прогрессивная упаковка

Первоначально всё начиналось с попыток объединения двух кремниевых кристаллов на плоскости и упаковки их в единый корпус. Упомянутая в литературе как «advanced packaging», его современная реализация предполагает использования кремниевой пластины-ретранслятора (transposer) как «мини-материнской платы», соединяющей несколько кристаллов. Преимущество такого подхода в том, что можно расположить кристаллы гораздо ближе, чем ранее, и при этом не надо вносить

никаких изменений в их дизайн. Ожидается, что этот подход будет применяться в новых поколениях multi-GPU видеокарт от Nvidia и AMD.

Следующий шаг в развитии носит название 3d stacking. Хотя слои компонентов и располагаются один поверх другого, но соединения между слоями располагаются только по краям. Такой подход, например, давно и успешно использует компания Apple для соединения DRAM и CPU в разнообразных устройствах.

Вертикальное соединение

Ну и последний шаг – 3d TSV (through-silicon via, сквозь кремний), характеризуется наличием сквозных соединений между слоями в произвольной точке. На данный момент массово применяется только для соединения с оптическими сенсорами в разнообразной цифровой фото/видео технике.

По сравнению с предыдущими разработками, он отличается большей производительностью. Это стало возможным в основном за счет трехмерной технологии сквозных кремниевых межсоединений (англ. 3D TSV — Three-Dimensional Through-Silicon Via).

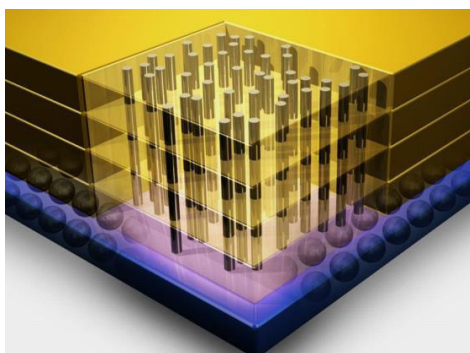


Рисунок 1 - Структура 3d TSV

Сквозные кремниевые межсоединения

Смысл 3D TSV состоит в управляемом корпусировании кристаллов полупроводников, обеспечивающим в конечном счете значительно большую плотность межсоединений (например, за счет использования вертикальных микронных отверстий с медной заливкой в кремниевых платах), а, значит, и увеличить скорость передачи информации, и снизить энергозатраты. Вообще это одна из самых передовых и прорывных технологий в полупроводниковой отрасли на сегодняшний день.

Проблемы 3d tsv-технологии

Изготовлении отверстий в кремниевой пластине. Толщина кремниевых пластин, используемых для литографии, варьируется от ~20 и до ~800 мкм. При этом нижний слой обычно находится в категории >250мкм, а остальные в категории <60 мкм. На то есть ряд причин, в том числе и механическая прочность. Так вот, остро стоит проблема, как изготовить множество аккуратных отверстий в слое кремния толщиной даже 20 мкм, и при этом не повредить саму пластину (на ней уже находятся или будут находиться транзисторы на три порядка меньших размеров). Существует несколько технологий, для изготовления отверстий и традиционно стоит выбор между аккуратностью и скоростью, а значит – ценой.

Металлизация отверстий. Первое – размеры TSV, и транзисторов отличаются на 2-3 порядка, поэтому, если пытаться перенести в отверстие такое количество металла теми же способами, то это будет долго. Вернее, долго, и дорого. Второе, из-за того, что металл надо наносить не на плоскую поверхность, а на внутренние стенки отверстия, отверстия имеют тенденцию «зарастать». То есть, металл полностью закрывает входное отверстие, так и не покрыв полностью его стенки и не создав

сквозной проводящей связи. Для решения этой проблемы надо прилагать дополнительные усилия. Есть интересные подходы, вроде «забивания» в отверстия металлического штифта, с очевидными проблемами, как из разряда точности операций, так и сохранности пластины.

Проблемы сборки стека кремниевых пластин. 3d-интеграция в первую очередь важна для больших устройств, т.к. могла бы сильно снизить их стоимость, сократив площадь кремниевой пластины, отбраковываемую одним единственным дефектом. Но вместо этого проблема видоизменяется: теперь при укладке одной пластины на другую требуется соединить друг с другом сотни и тысячи TSV контактов. Причем сделать это с первого раза, второй попытки не будет. Подобные упражнения при размерах TSV порядка единиц или десятков микрон лежат в области точной механики, у которой есть свои ограничения. А цена ошибки – брак всего стека пластин. Что не отразится положительно на цене. При этом, вокруг TSV при разработке необходимо оставлять некоторую «зону отчуждения», свободную от транзисторов. Иначе слишком высок риск, что, в процессе прорезания отверстий или сборки стека пластин, логика в данной области будет повреждена. Это с одной стороны увеличивает занимаемую площадь, а с другой – требует учитывать подобные вещи в ходе проектирования.

Механическая прочность такого изделия – отдельная проблема. Наличие сквозных отверстий само по себе снижает прочность пластин. Кроме того, из соображений распределения нагрузки, отверстия лучше бы располагать равномерно. Также, такой «бутерброд» из кремниевых пластин будет иметь неравномерные характеристики теплового расширения. При перепадах рабочей температуры это создает значительное усилие в точках соединения TSV и может привести к разрушению стека.

Поддержание температурного режима является, конечно, основной проблемой. Для того, чтобы обеспечить температуру ниже 80 градусов приходится идти на различные ухищрения. Например, специалисты из IBM предлагают чередовать кремниевые пластины с пластинами, обладающими высокой теплопроводностью, создавая своего рода «проникающий радиатор», который отводит тепло эффективнее, чем только соприкасающийся с поверхностью. В теории, нет никаких ограничений на то, какое количество пластин можно объединить, используя 3d-интеграцию. Но, даже для памяти, где проблема с тепловыделением не стоит столь остро, планы на будущее ограничиваются восемью слоями. Температурный режим также является причиной, почему технология 3d-интеграции находилась за пределами интересов Intel, несмотря на то, что ряд других компаний в индустрии её активно развивали и пытались использовать.

Разработка устройств с использованием 3d-интеграции требует соответствующей поддержки средствами автоматизации проектирования. Ряд компаний озабочился этим уже давно, в частности, Synopsys ведет работу в этом направлении, по крайней мере, с 2009го года. Но это долгий процесс. Усилия здесь не ограничиваются человеко-часами разработчиков, и еще многое предстоит сделать.

Выводы: Проблемы трехмерной интеграции не мешают развитию этой перспективной технологии. Их решения, скорее всего, следует рассматривать как "возможности", способствующие завоеванию новых рынков.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИСТРОЮ ЗВ'ЯЗКУ З ПУЛЬТОМ УПРАВЛІННЯ

Бірючков А.В.

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

В роботі створюється блок відображення пристрою зв'язку з пультом управління (ПЗПУ). ПЗПУ формує вихідні дискретні сигнали управління індикаторами стану ІМ і технологічної сигналізації за мажоритарним принципом «2 з 3» [1]. Всі ПЗПУ підключені до трьох каналів підсистеми управління і комутації через три КДУ. КДУ забезпечує передачу з ПЗПУ команд дистанційного управління та передачу в ПЗПУ команд управління станом індикаторів технологічної сигналізації та індикаторів положення.

ПЗПУ забезпечує:

- 1) резервований прийом команд від ключів дистанційного управління ІМ, ключів вибору режиму, ключів і кнопок випробування, знімання миготіння та звуку;
- 2) резервовану індикацію положення ІМ на світлодіодних індикаторах;
- 3) резервовану індикацію стану технологічних параметрів на світлодіодних блоках індикації (табло сигналізації).

При розробці пристрою повинні бути враховані наступні вимоги:

- 1) конструкція пристрою повинна бути простою, але невеликих габаритів. Маса пристрою не більше 15 кг;
- 2) розроблюваний пристрій повинен бути захищеним від впливу зовнішніх факторів;
- 3) повинен бути передбачений зв'язок розроблюваного пристрою з рядом інших пристроїв;
- 4) вхідною напругою пристрою повинен бути постійна або змінна напруга 220В частотою 50 Гц;
- 5) пристрій повинен забезпечувати звукову та світлову сигналізацію у разі виходу зі строю одного з блоків.

Література:

І.Є.П.Герасименко, О.І.Рязанцев, М.І.Хіль «Автоматизоване проектування друкованих плат за допомогою систем ACCEL EDA 15 (P-CAD 2000) /P-CAD 2003»; Навчальний посібник. - Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2007,-176с.

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ВЕНДОРІВ CALL-ЦЕНТРІВ ТА РОЗРОБКА МОДУЛЮ ПІДКЛЮЧЕННЯ ЗОВНІШНІХ SIP-НОМЕРІВ

Хишев В.О., Деркач М.В., ас.

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Метою даної роботи є дослідження роботи Call-центрів, підсистем та модулів, з яких вони складаються для різних варіантів реалізації від світових вендорів і розробки модуля підключення зовнішніх SIP-номерів, який органічно доповнить загальну концепцію розгортання Call-центрів.

В даний час жодне бізнес-підприємство не можливо уявити без ведення телефонних переговорів, відправлення електронних листів по мережі Інтернет, факсів та роботи за відсутності комп'ютера.

В цьому плані найбільш вигідним буде звернення до послуг Call-центрів. Такі центри зазвичай створюються для обслуговування клієнтів, а саме: технічної підтримки, телемаркетингу, здійснення продажів по телефону та інших цілей.

Існує досить багато варіантів реалізації Call-центрів від різних світових вендорів, таких як Cisco, Avaya та ін.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика декількох вендорів Call-центрів

	Cisco	Avaya	Asterisk
Апаратне забезпечення	Специфічне, випускається тільки вендорами ПЗ		Не має значення
Програмне забезпечення	Платне	Платне	Безкоштовне
Підключення зовнішніх модулів	Апаратне забезпечення, виробництво Cisco	Апаратне забезпечення, виробництво Avaya	Апаратне забезпечення, виробництво Asterisk
Інтеграція	Додаткова ліцензія	Додаткова ліцензія	Без додаткових ліцензій для IP PBX

На відміну від брендів Avaya або Cisco, Asterisk не вимагає додаткових витрат на програмне забезпечення, ліцензій на підключення або специфічного апаратного забезпечення, а розгортається на Unix платформі і забезпечує якісне функціонування телефонної системи різних масштабів.

Asterisk являє собою сучасну програмну платформу, поширювану під вільною ліцензією, для створення системи телефонії.

Asterisk пропонує як класичний функціонал телефонної системи, так і розширені функції, взаємодіє з традиційними системами телефонії і передачі голосу по IP-системам.

Таким чином, Asterisk виступає ядром технології Unified Communication.

Переваги Asterisk перед іншими вендорами:

- повністю безкоштовне рішення, яке не потребує вкладень в програмне забезпечення;
- рішення з відкритим кодом, що дає можливість бути впевненим у відсутності бекдорів в системі;
- відсутність специфічних вимог до апаратного забезпечення, крос-платформенність;
- можливість інтеграції з різними CRM-системами.

Загальна концепція розгортання Call-центрів включає наступні підсистеми та модулі:

- Базова операційна система;
- Ядро станції;
- GSM-шлюз;
- База даних поточного стану і лог роботи станції;
- Модуль підключення зовнішніх SIP-номерів;
- Аналітичний модуль;
- Модуль аналізу пропущених викликів;
- Інтерфейс для підключення зовнішніх агентів з мережі Інтернет;
- Модуль запису розмов + інтерфейс доступу до записів;
- Сервер на якому розгорнуто ядро станції;
- Абонентські IP-телефони;
- Абонентські програмні телефони;
- Гарнітура (навушники+мікрофон).

Для створення модуля підключення зовнішніх SIP-номерів було прийнято рішення організувати WEB-додаток, тим самим спрощуючи зберігання, оновлення та вилучення інформації про всіх абонентів бази даних.

В якості засобів розробки були обрані:

- HTML (HyperTextMarkupLanguage - «мова гіпертекстової розмітки») - стандартна мова розмітки документів.
- CSS (CascadingStyleSheets) - каскадні таблиці стилів - це збір стилевих описів, тих чи інших HTML-тегів.
- PHP (HypertextPreprocessor) - скриптова мова загального призначення, інтенсивно застосовується для розробки WEB-додатків.
- SQL (англ. Structured query language - «мова структурованих запитів») - формальна непроцедурна мова програмування, яка застосовується для створення, модифікації та управління даними в довільній реляційній базі даних, яка керується відповідною системою управління базами даних (СУБД). В даному випадку MySQL.

Ще однією властивістю цього модуля є наявність можливості експорту номерів абонентів мережі та відправки sms-повідомлень абонентам за обраним критерієм номерів.

Одним з етапів роботи було налаштування серверної частини, за допомогою безкоштовного репозитарію було інстальовано: Apache, MySql, Php 7.0.

Завдяки аналізу існуючих вендорів Call-центрів можна зробити висновок, що найбільш вигідним для розробника у фінансовому плані та, з точки зору, підключення зовнішніх модулів, можна виділити Asterisk, оскільки він є безкоштовним та не потребує додаткових витрат на інтеграцію з іншими мережами, а також на програмне забезпечення. Що стосується нашої розробки, було прийнято рішення використати, в якості середовища розробки Asterisk з підкріпленням до нього WEB-інтерфейсом, що є підставою для розробки власного модуля, який задовольняє додатковим функціям таким, як експорт SIP-номерів та автоматичної відправки sms-повідомлень абонентам в базі даних. Також реалізована функція вибору абонентів за різноманітними критеріями.

Література:

1. Самолюбова А. Б. Call Center на 100 %: Практическое руководство по организации Центра обслуживания вызовов / Александра Самолюбова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Альпина Паблишер, 2010.
2. Brendan B. Read. Designing the Best Call Center for Your Business. – 2nd Edition, 2009.

МІКРОКОНТРОЛЕРНІ ЗАСОБИ КОМПЛЕКСНОГО ТЕСТУВАННЯ БЕЗПЕКИ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЬНИХ СИГНАЛІЗАЦІЙ

Дранішников С.В.

Донецький національний технічний університет

Статистика свідчить, що кожного року кількість викрадень автотранспортних засобів зростає з експоненційною залежністю. Погіршення економічної ситуації, доступність злочинних технічних пристроїв і спеціалізованої тематичної літератури дозволяють злочинцям знаходити все більш технологічні методи злому систем автомобільних сигналізацій. Саме тому питання комплексного тестування безпеки систем автомобільних сигналізацій є дуже важливим і потребує поглибленого вивчення.

З науково-дослідницькою метою в рамках виконання магістерської роботи був реалізований апаратно-програмний комплекс, який дозволяє виконувати тестування і аналіз безпеки різних систем автомобільних сигналізацій.

Головним вузлом в розробленому апаратно-програмному комплексі є однокристальний комп'ютер (мікроконтролер із вбудованими ОЗУ і ПЗУ), який керує системою, виконує всі основні функції та управляє іншими, не менш важливими електронними компонентами, які необхідні для роботи комплексу (приймач та передавач). Зрозуміло, що у мікроконтролер заздалегідь повинна бути завантажена відповідна програма, яка реалізує весь функціонал та змушує систему працювати як треба. Так само, для зручного керування комплексом і відображення важливої інформації використовуються дисплей та кнопкові елементи керування. Звісно, жодна система не може працювати без елементів живлення. Спрощена структурна схема розробленого апаратно-програмного комплексу представлена на рис. 1.



Рисунок 1 - Структурна схема розробленого комплексу (спрощена)

Для коректної роботи комплексу, у якості мікроконтролера, може бути використаний будь-який чіп, що виконує не менше однієї операції за секунду. Тобто практично будь який з відомих мікроконтролерів з архітектурою AVR, PIC та іншими. У нашому випадку використовується мікросхема сімейства PIC — 18F252. Для організації роботи системи на частоті 433,9 мГц (саме на цій частоті працює більшість автомобільних сигналізацій) використовуються цифровий радіочастотний

приймач з високою чутливістю та низьким споживанням BC-NBK Receiver та цифровий радіочастотний передавач TX-SAW 433/s-Z RFM з зовнішньою антеною. Для спрощення керування комплексом, а також у якості елемента відображення необхідної інформації використовується LCD-дисплей з роздільною здатністю 48x48 пікселів. У якості мови програмування для написання програмного забезпечення було використано мову програмування низького рівня Асемблер, яка дозволяє максимально наблизитись до апаратних засобів.

Реалізований апаратно-програмний комплекс працює коректно та дійсно виконує усі задумані функціональні операції, що дозволяють проводити тестування. Цей комплекс може бути використано з метою перевірки безпеки різноманітних систем автомобільних сигналізацій для їх подальшого удосконалення і функціонального покращення з точки зору безпеки.

АЛГОРИТМ ФУНКЦІОНУВАННЯ МОДУЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЗВУКОВОГО МОВЛЕННЯ З МЕРЕЖЕВИМ ДОСТУПОМ

Колесник С.Є., Цололо С.О. к.т.н., доц.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Вступ В роботі пропонується модульна система звукового мовлення з мережевим доступом на основі мікроконтролера серії STM32, що реалізує функції віддаленого одностороннього спілкування, подачу сигналу тривоги та моніторинг робочого процесу.

Система вирішує комплекс завдань, пов'язаних зі звуковим сповіщенням на віддалених вузлах, і пропонує максимальну мобільність системи, мінімальні витрати на виробництво і обслуговування за рахунок можливості організації каскадних систем радіомовлення. При цьому система добре масштабується і залишає можливість додавання нових функціональних вузлів без заміни головного модуля.

Структура системи. Система звукового мовлення з мережевим доступом складається з трьох елементів (рис. 1). Генератор потоків формує аудіопоток одним з трьох способів (зі списку звукових файлів, прямим оцифруванням з аудіокарти, копіюванням вже існуючого в мережі потоку) і направляє його серверу. При цьому станція споживає мінімум трафіку, так як створює один потік, а передача потоку здійснюється в аналоговому або цифровому вигляді. Сервер (повторювач потоку)

приймає аудіопотік від станції і перенаправляє його копії всім підключеним до сервера клієнтам, по суті є повторювачем даних. При цьому трафік сервера пропорційний кількості слухачів плюс одиниця. Пристрій виведення приймає аудіопотік від сервера у форматі MP3 і перетворює його в аудіосигнал інтернет-радіостанції [1].



Рис. 1 – Схема передачі даних

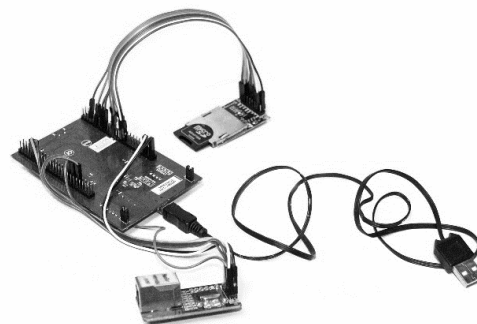


Рис. 2 – Модульна система звукового мовлення

Для апаратної реалізації системи було використано три основних модуля [2, 3]. Плата STM32F4DISCOVERY реалізує функції головного сервера – прийом, обробку, зберігання і видачу даних. Саме до цієї плати підключаються усі додаткові модулі. Так, Ethernet-модуль ENC28J60 виконує функції прийому і передачі звукового потоку, а SD-модуль є ланкою між сервером і карткою SD, де зберігаються дані і програма сервера (рис. 2).

Алгоритм роботи системи

Розглянемо процес роботи модульної системи звукового мовлення з мережевим доступом більш детально за основними етапами (рис. 3):

1. Звернення користувача до веб-інтерфейсу. Користувач звертається до веб-сторінки за попередньо створеним відомим адресом.
2. Вибір режиму доступу. Форма авторизації у системі. Передбачається два профілі користувачів – «Адміністратори» і «Користувачі». За комбінацією логіну та паролю в системі обирається потрібний профіль і користувачу дається доступ.
3. Профіль «Користувач». Далі відкриваються усі необхідні для спілкування функції системи, однак інтерфейс зберігається захищеним від неправомірних чи помилкових дій.
4. Вибір дій користувача. Окрім моніторингу роботи системи, користувач має такі можливості – запуск готових файлів, спілкування через мікрофон, трансляція потоку з інтернету.
5. Звернення файлів з пам'яті. Виводиться вікно з усіма доступними аудіофайлами.
6. Ручний вибір однієї з доріжок. Користувач обирає потрібний аудіофайл, і він направляється на трансляцію з флеш-карти через до мережі процесор STM32.
7. Звернення до мікрофона. Користувач обирає спілкування через мікрофон, система перевіряє наявність мікрофона, та дає доступ до онлайн-мовлення.
8. Оцифрування аудіопотоку. Запускається онлайн-мовлення у мережу.
9. Інтернет-стрім. Користувачу додає адресу будь-якого інтернет-стріму.
10. Прийом та передача інтернет-стріму. Запускається мережевий прийом інтернет-потоку, який перенаправляється до кінцевих користувачів.
11. Профіль «Адміністратор». В цьому профілі відкриваються усі службові функції, інтерфейс включає елементи відображення та налаштування датчиків і надає можливість повного спектру змін.

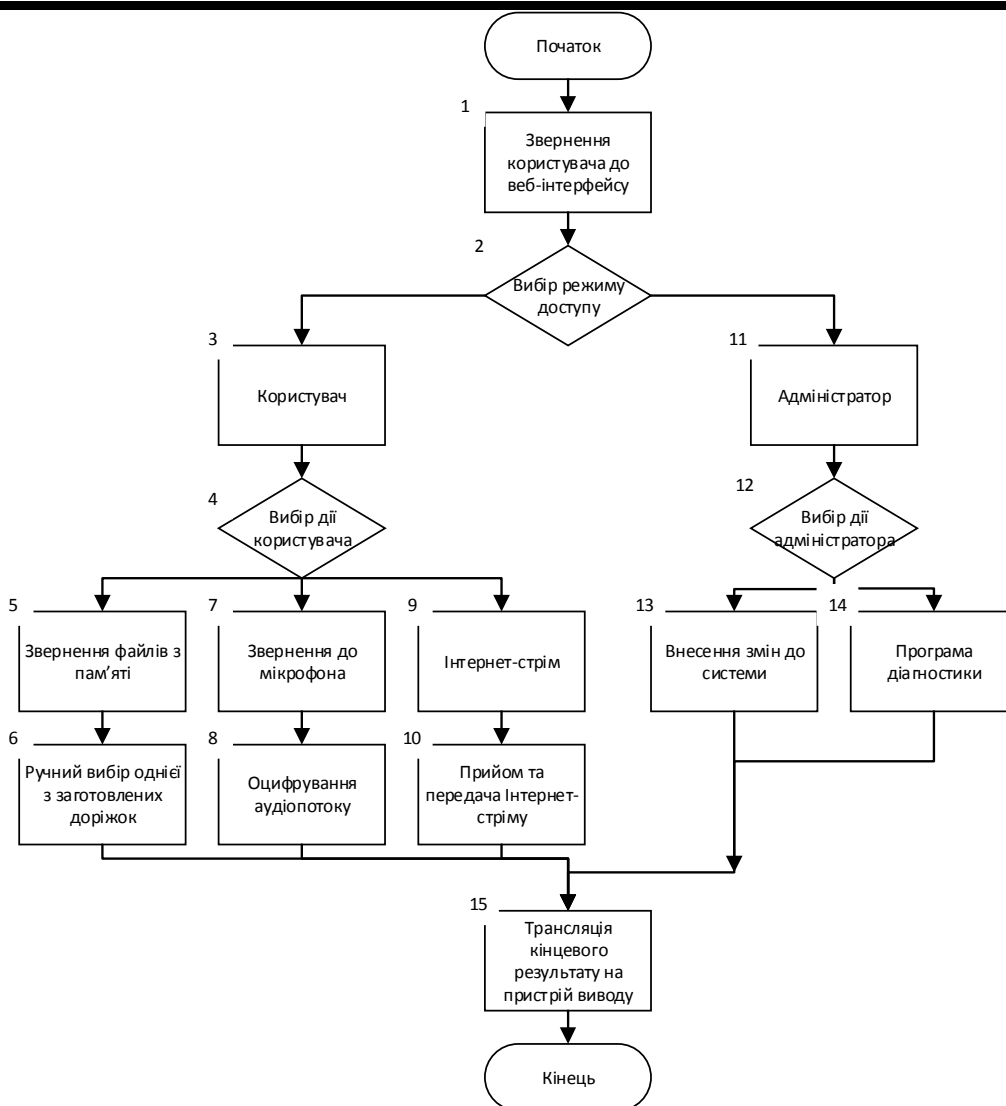


Рисунок 3 – Граф-схема алгоритму роботи системи звукового мовлення

12. Вибір дії адміністратора. Основні дії, що може виконати адміністратор, окрім розширеного візуального моніторингу системи – редагування налаштувань і запуск внутрішньої діагностики.

13. Внесення змін до системи. Повний доступ до налаштувань датчиків, засобів вводу та виводу. У якості датчиків можуть виступати як апаратні датчики STM32, так і самописні тригери.

14. Підпрограма діагностики. Виконується аналіз внутрішніх систем засобами аналізу та виводу на екран журналів аналізаторів, запуску написаних тестів. Аналіз результатів дає повну картину функціонування системи.

15. Трансляція кінцевого результату на пристрій виводу. Виконується трансляція звукового потоку на гучномовці, вивід графічного інтерфейсу на монітор, а також формування друкованих звітів за запитом адміністратора із вказаною періодичністю.

Висновки

Таким чином, в роботі запропоновано модульну систему з мережевим доступом, що реалізує усі завдання звукового мовлення. Перехід на дану систему дозволяє істотно знизити матеріальні витрати на закупівлю самого обладнання, його подальше обслуговування і залишає можливість вирішення додаткових завдань, пов'язаних з віддаленим контролем доступу, сигналізацією і управлінням.

Новизна реалізованого проекту полягає у використанні можливостей бюджетної апаратури для реалізації завдань досить високого рівня складності. Практична значимість методу полягає в зниженні матеріальних витрат на розробку і виготовлення

комплексної системи звукового оповіщення. У порівнянні із відомими рішеннями система є майже в 6 разів дешевшою [2].

Список літератури

1. Ковалгин Ю.А. Электроакустика и звуковое вещание. Учебное пособие. – М.: Горячая линия-Телеком, Радио и связь, 2007 – 872 с.
2. Колесник С.Е., Цололо С.А. Разработка модульной системы звукового вещания с сетевым доступом на основе микроконтроллера / Наукові праці ДонНТУ. Серія «Інформатика, кібернетика і обчислювальна техніка» – Покровськ: ДонНТУ, 2016. – Вип. 2 (23) – С. 129-133.
3. Колесник С.Е., Цололо С.А. разработка модульной системы звукового вещания с сетевым доступом на основе микроконтроллера // «ТАК»: телекомунікації, автоматика, комп'ютерно-інтегровані технології: зб. доповідей Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених, 29-30 листопада 2016 р. / ДВНЗ «ДонНТУ»; відп. ред. Г.В. Ступак. – Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2016. – С. 25-27.

РОЗРОБКА МОДЕЛІ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ УНІВЕРСИТЕТУ

Акбаров О.В., Міщенко Ю.Г. ст. викладач

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Метою даної роботи є побудова, дослідження та удосконалення комп'ютерної мережі університету.

Організація комп'ютерної мережі досить непросте завдання, але за допомогою імітаційного моделювання з'являється можливість випробування, оцінки та проведення експериментів з пропонованою системою без будь-яких безпосередніх впливів на неї. При імітаційному моделюванні проводиться експеримент з програмою, яка є моделлю системи.

Існує декілька видів моделей, але зупинимось на одному з типів – це імітаційні моделі. Такі моделі являють собою комп'ютерну програму, яка крок за кроком відтворює події, що відбуваються в реальній системі. Стосовно до обчислювальних мереж їх імітаційні моделі відтворюють процеси генерації повідомлень пакетами, розбиття повідомлень на пакети і кадри певних протоколів, затримки, пов'язані з обробкою повідомлень, пакетів і кадрів всередині операційної системи. Результатом роботи імітаційної моделі є зібрані в ході спостереження статистичні дані про найбільш важливі характеристики мережі: моменти реакції, коефіцієнти використання каналів і вузлів, ймовірність втрат пакетів.

У даній статті було досліджено архітектуру обчислювальних мереж на основі системи візуального імітаційного моделювання з використанням пакета *Netcracker Professional*.

Система імітаційного моделювання мереж *Netcracker Professional* дозволяє точно спрогнозувати продуктивність локальних, глобальних і корпоративних мереж. Система *Netcracker* працює в середовищі *Windows* всіх версій.

Для моделювання роботи системи збудовано модель комп'ютерної мережі університету, компоненти якої присутні на всіх чотирьох поверхах будівлі.

Модель мережі першого поверху зображена на рис. 1, а де розташовані: сервер (*Ethernet Server*); роутер (*Router*) який під'єднано до сервера за допомогою технології *Fast Ethernet*; свіч (*Switch*), що підключається до роутера за тією ж технологією; 5 робочих станцій (*Ethernet Workstation*), що підключено до роутера за допомогою *Switch* технологією *Ethernet*.

Модель мережі другого поверху зображена на рис. 1, б на якому ноутбуки (*Notebook*) підключено до мережі через безпроводні адаптери, за допомогою маршрутизатора (*EthernetAccess Point*).

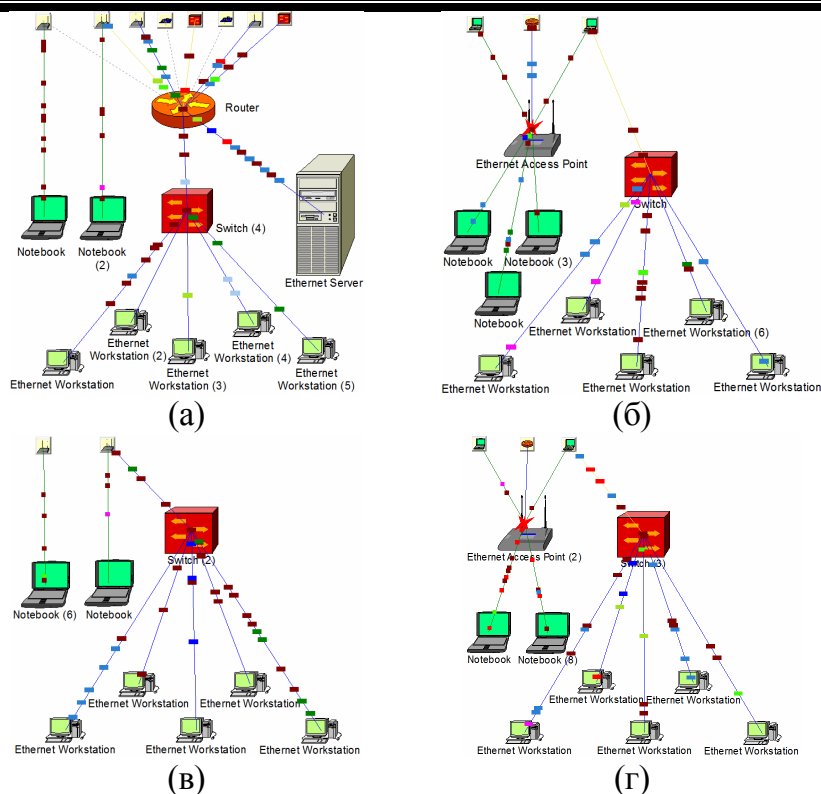


Рис. 1. Модель мережі на першому (а), другому (б), третьому (в) та четвертому (г) поверхах

На третьому та четвертому поверхах розміщено маршрутизатори (*EthernetAccess Point*), що підключені до роутера (*Router*) технологією *Fast Ethernet*. До маршрутизаторів через безпроводну технологію підключені ноутбуки (*Notebook*). Робочі станції (*Ethernet Workstation*), як і на попередніх поверхах під'єднано за допомогою *Switch*.

Моделі мережі третього та четвертого поверхів зображено відповідно на рис. 1, в та 1, г. Мережу було налаштовано для роботи з *Database*, *E-mail(POP)*, *InterLAN traffic*, *File server's client*, *HTTP client*, *Small office environment*, *SQL server's client*, *LAN peer-to-peer traffic*, *Small office database server's client*.

Працездатність та коректність мережі було доведено на підставі експериментів. Отримані результати допоможуть удосконалити комп'ютерну мережу університету.

Література

1. Столлингс В.В. Передача данных / В.В. Столлингс. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2004. – 750 с.

РОЗРОБКА АНАЛІЗАТОРУ ТРАФІКУ З ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМУ НЕЧІТКОГО ПОШУКУ

Кисляк О.І., Цололо С.О. к.т.н., доц.

Донецький національний технічний університет, м. Покровськ, Україна

Введення

Швидкий розвиток систем персональних пристроїв з ОС Android та їх використання у особистих цілях так і на підприємствах призвело до того, що виникла необхідність у захисту персональних та корпоративних даних. У більшості сучасних підприємств вихідний та вхідний інтернет трафік контролюється за допомогою програмних та апаратних засобів. До таких засобів можна віднести аналізатор трафіку. Метою роботи є розробка такого програмного комплексу, що буде складатись із аналізатору трафіку, програмного засобу для адміністрування, що буде реалізовано для пристроїв з системою Andoird, та бази даних що знаходиться у хмарному сховищі.

Аналізатор трафіку повинен працювати у фоні та перевіряти кожний пакет даних, що буде передано та прийнято. Він повинен задовольняти наступним вимогам:

- не заважати виконанню інших додатків;
- виконувати завантаження даних з якими буде виконуватись порівняння;
- швидку та якісну перевірки трафіку;
- завантаження усіх підозрілих випадків у базу;
- та інше.



Рисунок 1 – Принцип роботи проекту

Реалізація аналізатора трафіку

Для того, щоб аналізатор трафіку задовольняв усім необхідним вимогам, його буде реалізовано за допомогою мови Java та її бібліотек. Аналізатор трафіку буде реалізовано з використанням захищеного VPN-тунелю між пристроєм і віддаленим сервером. Підключення віддаленого користувача до VPN проводиться за допомогою сервера доступу, який підключений як до внутрішньої, так і зовнішньої (загальнодоступною) мережі. Для роботи з VPN Android SDK надає стандартний набір класів і функцій.

Окрім цього важливими частинами додатку є реалізація алгоритму перевірки даних на стороні пристрою. Додаток, що реалізується повинен постійно функціонувати у фоновому режимі, не завантажувати багато пам'яті та не заважати виконанню інших додатків. Саме тому вибір алгоритму нечіткого пошуку є дуже важливою задачею у процесі реалізації.

Огляд алгоритму нечіткого пошуку

Нечіткий пошук – це пошук інформації, при якому виконується зіставлення інформації заданому зразку пошуку або близькому до зразку значенню [2].

Важливим аспектом побудови грамотного пошуку є вибір міри подібності між словами (функції відстані), яку прийнято називати метрикою. Найбільш поширеною метрикою є метрика Левенштейна. Відстань Левенштейна – це найменша відстань редагування таке, що один рядок переходить в іншу. Ця метрика дуже популярна і використовується повсюдно.

Другим не менш важливим аспектом є правильна індексація елементів для швидкого і надійного пошуку. Застосування метрик порівняння слів досить ресурсномістка операція, тому необхідно виділяти підмножина вихідного словника, яке може містити елементи пошукового запиту.

Виходячи з результатів порівняння, що були виконані у роботі Л.Бойцова [3], найбільш відповідним за вимогами алгоритмом – є алгоритм хешування за сигнатурою (рис.2). Він підходить для невеликої бази даних (до 500000 тис. елементів словника), забезпечує найкраще співвідношення якості пошуку і швидкості обробки запиту. Також цей метод має перевагу в порівнянні з іншими методами, таким як soundex, n-грам та іншу, тому що при допущенні помилки в довільній частині слова пошук не погіршиться [4]. Це має суттєву перевагу тому що слово може бути навмисно написано латиницею зловмисником. Окрім цього, цей метод може використовуватись для будь-якої мови.

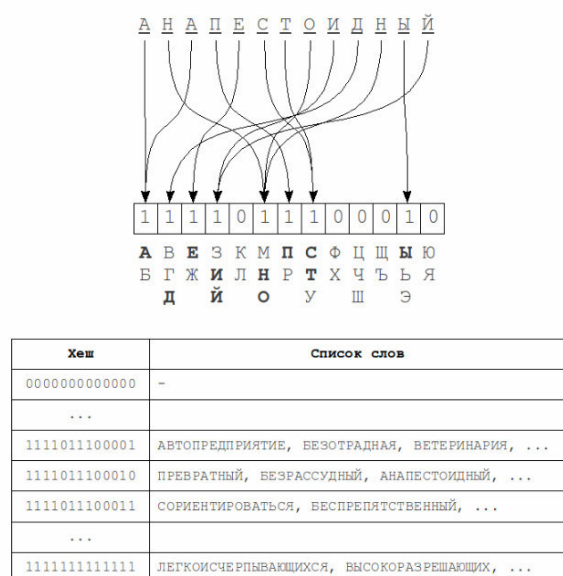


Рисунок 2 – Метод хеширования за сигнатурою

Прикладом функції для цього методу є:

$$H(a) = (\text{AsciiCode}(a) - \text{base}) \bmod m, \quad (1)$$

Саме така функція використовується у статті [2], але вона підходить для зчитування словника з дискового простору.

Цей алгоритм відповідає заданим потребам та є найкращим для використання його у додатку, що розроблюється. Його реалізація проста та може бути легко модифікована при виникненні потреби

Література:

1. Разработка VPN-клиента под Android (Часть 1) [електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://habrahabr.ru/company/mobisoft/blog/231827/>
2. Бойцов Л.М. Использование хеширования по сигнатуре для поиска по сходству. Прикладная математика и информатика / Л.М. Бойцов. – М.: Изд-во факультета ВМиК, МГУ, 2000. – № 7.
3. Классификация и экспериментальное исследование современных алгоритмов нечеткого словарного поиска. Бойцов Л.М. [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://rcdl.ru/doc/2004/paper27.pdf>
4. Нечеткий поиск в тексте и словаре [електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://habrahabr.ru/post/114997/>

СОЗДАНИЕ ПРИКЛАДНОЙ ПРОГРАММЫ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Радченко М.Ю., Карпач А.М., Радченко С.Л. к.т.н.

Белорусский государственный технологический университет

Современный образовательный процесс немыслим без поиска новых, более эффективных методов освоения учебных дисциплин. Студенты различных специальностей, обучающиеся в БГТУ, изучают такие химические дисциплины как «Общая химия», «Теоретические основы химии», «Физическая химия». Данные учебные предметы достаточно трудны для освоения, требуют большого объема самостоятельной работы студентов.

Цель нашей работы – создание прикладной программы, оказывающей помощь в усвоении материала по одной из тем указанных дисциплин. Разработчик подобных программных продуктов должен одновременно владеть как языком программирования,

так и материалом учебного предмета, для освоения которого составляется программа. При разработке компьютерной программы использовали язык программирования C++. Объект изучения – тема «Применение первого закона термодинамики к изопроцессам». Программа составлена из четырех частей, обладающих особым функционалом: теория, расчет по формулам, тест и информация.

Раздел «Теория» представляет собой вывод информации и позволяет студенту сэкономить время на поиск и изучение учебного материала по различным учебным пособиям.

Отличительной особенностью программы является раздел «Расчет по формулам». При написании функций указанного раздела нами были проанализированы 200 формул по изучаемой теме, найдены зависимости, разработан способ вывода на экран нужной информации. Для работы внутренней части программы использовали библиотеки, которые включают коллекцию классов и функций, написанных на программном языке C++. Они обеспечивают, например, стандартный ввод и вывод, работу с датой и временем, а также определение макросов внутри функций. Кроме того, в данной программе для функций ввода и вывода применяли пространство имен *std*; для упрощения кода его вызывали глобально в начале программы. Переход по функциям, определяющим изопроцессы (изобарный, изохорный, изотермический), осуществляли с помощью специального оператора множественного выбора *switch*. Этот оператор осуществляет также переход к необходимой формуле, основываясь на введенные пользователем условия задачи.

Для обобщения знаний по теме программа содержит раздел «Тест», в котором на экран выводится ряд вопросов, выбранных случайным образом, что дает возможность пройти тест не один раз. В каком-то смысле он является аналогом контрольных вопросов, которые обычно расположены после параграфов в учебниках и разнообразных методических пособиях. Данный раздел содержит тесты, написанные с применением многомерных массивов и библиотеки *time.h*, работающей со временем, и методом случайной генерации определяющей вопрос, который увидит пользователь. После выполнения теста на экране видны правильные ответы.

Раздел «Информация» представляет собой краткое содержание и назначение программы. Приятным бонусом программы является звуковое сопровождение, которое позволяет обучающимся чувствовать себя комфортно на всех этапах усвоения материала. Для запуска мелодии использовали команду *Beep*.

Таким образом, с применением языка программирования C++ нами разработана новая прикладная программа, использование которой для усвоения темы «Применение первого закона термодинамики к изопроцессам» позволит повысить познавательную активность и улучшить качество знаний обучающихся.

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНОГО WEB-ДОДАТКА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ КРИПТОГРАФІЇ

Іванілова А.В., Іванов В.Г., к.т.н., доц.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

У останні десятиріччя дуже швидко розвивається галузь інформаційних технологій. Важко уявити подальший розвиток будь якої галузі, без використання комп'ютерів та новітніх розробок у сфері ІТ. Беручи до уваги таку глобальну інформатизацію, дуже гостро постає питання знайдення кваліфікованих спеціалістів.

Нажаль у останні роки статистика свідчить, що в Україні є дефіцит кадрів у сфері інформаційних технологій. За даними прес-служби Державного агентства України з питань науки, інновацій та інформатизації на 2015 рік країні бракувало понад 170 тисяч фахівців з інформаційних технологій. Лише 10-15% випускників ІТ-спеціальностей

повністю відповідають вимогам сучасного ринку праці і працевлаштовуються за фахом одразу після закінчення вишів. Іншим або довчаються самостійно, або за рахунок роботодавця.

Ще однією проблемою ІТ-освіти є нестача інформації. Основна частина освітніх матеріалів англomовна. З цієї причини кожному, хто бажає працевлаштуватися у сфері ІТ потрібно оволодіти англійською мовою хоча б на середньому рівні. Тому у першу чергу потрібно вирішувати проблему браку інформації и надати можливість кожному охочому мати доступ до документації та наукових публікацій на його рідній мові. На сьогоднішній день навіть у мережі Інтернет важко знайти освітні матеріали з криптографії на українській чи російській мови у текстовому форматі.

Не останню роль у якості навчання відіграє наявність інтерактивного навчання. Такі методи використовуються у школах, вишах, на багатьох курсах різноманітних напрямків. Інтерактивне навчання досить продуктивне і дозволяє засвоїти 80-90% поданої інформації. Що стосовно курсів інтерактивного навчання методами криптографії та шифрування, то у 2014 році службами оборони Великої Британії був створений мобільний додаток «Crypto» для платформи Android. Але все ж таки, додаток англomовний, тому людині, яка цією мовою не володіє, навчатися майже неможливо. Серед недоліків можна відокремити також те, що додаток створений тільки для платформи Android, тому він залишається недоступним для великої кількості людей, які нею не користуються.

З цього приводу метою даної роботи є розробка Web-додатка для інтерактивного навчання методами криптографії та шифрування.

Цей додаток повинен відповідати вимогам сучасного користувача. Тобто, у першу чергу, він повинен мати зручний інтерфейс та мову викладання матеріалу, яка була б зрозумілою для багатьох у україно- та російськомовному сегменті інтернету.

Серверна частина додатку була реалізована мовою Python з використанням фреймворку Django. Для зберігання даних мною була обрана СКБД MySQL.

Програма навчання, яка розміщена у додатку, структурована та розподілена на курси (теми). У одному курсі викладається один криптографічний метод, його алгоритм шифрування та розшифрування, принципи генерування ключів, у разі їх використання у даному методі. Кожен курс містить завдання для освоєння теми. Перед початком виконання завдання учень зможе ознайомитися з теоретичним матеріалом, у якому максимально просто розкрита суть цього криптографічного методу. Після засвоєння теоретичного матеріалу, учень може перейти до виконання завдання. Кожне завдання буде пов'язано з одним кроком у виконанні алгоритму даного методу. Після виконання завдання учень зможе перейти до наступного кроку.

Обробка відповідей виконується з використанням технології AJAX, тобто динамічне оновлення Web-сторінки, а це дуже важливо для інтерактивного навчання. Під час введення відповіді на сервер відправляється запит, і як тільки користувач ввів правильну відповідь, сервер сповіщає про це, надсилаючи повідомлення до запиту AJAX. Після цього виконується код JavaScript запиту AJAX, який сповіщає користувача, що відповідь, яку він дав вірна.

Програмою курсу передбачено виконання тестів. Ці тести будуть доступні після проходження всіх завдань курсу. Кожен тест містить як теоретичні, так і практичні питання. Після проходження тесту, учень зможе ознайомитися з результатами, проаналізувати помилки та дізнатися оцінку.

Відповіді, які дав користувач, посилаються на сервер у форматі JSON. Ці дані обробляються на сервері та зберігаються у базу. Далі результати тестування виводяться користувачеві.

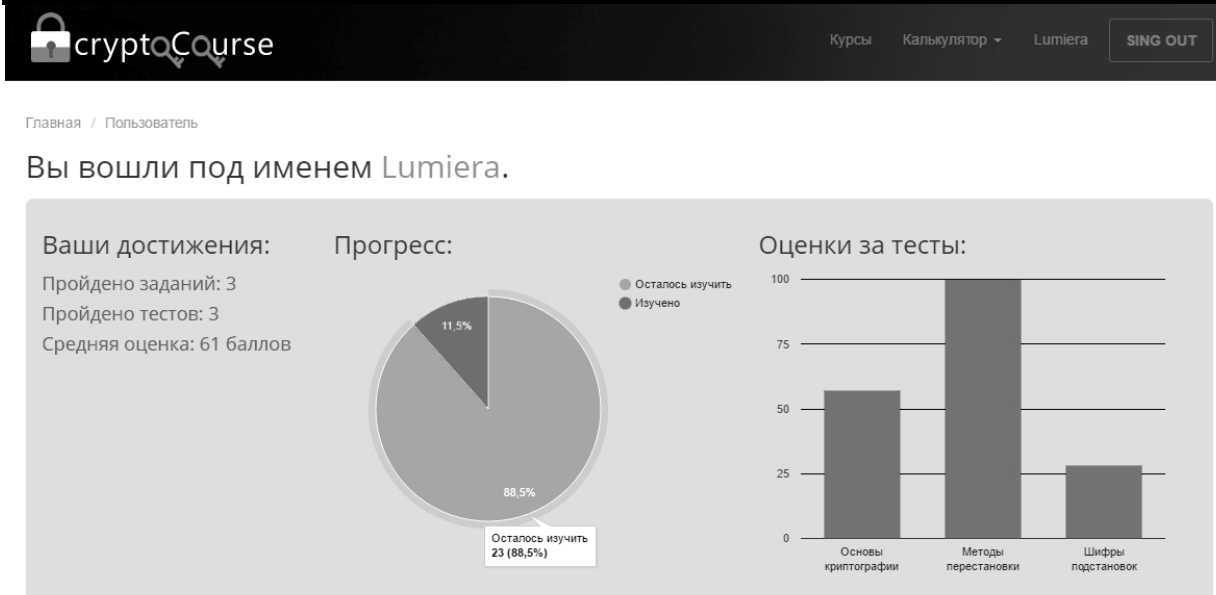


Рисунок 1 – Сторінка користувача Web-додатка

Додаток надає можливість реєстрації користувача. Це допоможе учню відстежити прогрес у навчанні. На сторінці користувача доступні оцінки за всі виконані тести, середній бал за тест, кількість виконаних завдань, та завдань, які ще потрібно виконати. Для наочності ці дані наведені у вигляді графіків та діаграм. Візуалізація дозволяє побачити, які теми учневі далися краще, а які ще треба засвоїти.

У додатку передбачена наявність калькуляторів для шифрування методами RSA і S-DES. Також реалізований процес генерування ключів для зазначених вище методів. Головною перевагою цих калькуляторів є те, що вони не просто розраховують результат, але й на кожному кроці пояснюють, які дії ним виконуються. Це дозволяє краще зрозуміти суть методів шифрування RSA і S-DES.

Всі розрахунки виконуються на стороні клієнта за допомогою JavaScript. Такий підхід суттєво зменшує кількість запитів, які посилаються на сервер, що не призводить до його перевантаження. Дані, які використовуються калькуляторами, обробляються тільки за допомогою простих математичних операцій і не потребують зберігання у БД, тому відправляти їх на сервер не доцільно.

Отже, цей додаток допоможе кожному охочому ознайомитися з основами криптографії, детально вивчити алгоритми загальновідомих методів шифрування та відстежувати результати такого навчання. Серед його основних переваг можна зазначити безкоштовні навчальні матеріали, зрозумілі інтерфейс та мову інтерфейсу.

Література

1. Алферов А. П., Зубов А. К., Кузьмин А.С., Черемушкин А. В. Основы криптографии: Учебное пособие. - 2-е изд., испр. и доп.- М.:Гелиос АРВ, 2002.- 480 с.
2. Мао, Венбо. Современная криптография: теория и практика. :Пер. с англ. - Издательский дом "Вильямс", 2005. — 768 с.

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ ОБЛІКУ ОСОБИСТИХ ФІНАНСІВ

Баліна Є.Р., Іванов В.Г., к.т.н., доц.

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Колись облік фінансів був долею певного кола людей. Заняття це не з приємних, і вимагало конкретних навичок і умінь. Але людина завжди намагається вести облік свого сімейного бюджету і використовує для цього різні способи починаючи з блокнота та

ручки та закінчуючи, наприклад, обліком фінансів в Excel, але все одно постійно стикається з необхідністю ручного налаштування або відсутністю потрібних функцій. З часом комп'ютерні програми змінили зошити, а з появою мобільних пристроїв на сучасних платформах домашня бухгалтерія і зовсім стала звичною справою. Програма в смартфоні дозволила підраховувати свої витрати прямо на ходу, і процес обліку особистих фінансів перестав бути складним.

Метою роботи є розробка кроссплатформенного мобільного додатку для обліку особистих фінансів. Вже існують аналоги такого мобільного додатку, які виконують такі функції: ведення обліку бюджету, побудова діаграм та гістограм, які дозволяють побачити на які витрати йде більше коштів, все це надає можливість правильно розподілити фінанси.

У розробці знаходиться проект на базі кроссплатформенного фреймворку Ionic. Завдяки своїй кроссплатформенності додаток буде працювати для всіх популярних мобільних платформ, таких як iOS, Android та Windows Phone. Так як додаток є програмою для робочих цілей, вона дозволяє контролювати фінансові процеси, які здійснює людина протягом дня, додавання доходів і витрат швидко і інтуїтивно зрозумілим способом. За допомогою одного дотику можна перейти у вікно додавання нової фінансової операції, потім додати необхідну інформацію і зберегти результати. Простота і утилітарність – основні особливості моєї програми. Можливість створення категорій і підкатегорій згідно зі своїми уподобаннями. Статистика – це дуже корисна функція при управлінні витратами і доходами. Вона дозволяє порівнювати по окремих місяцях співвідношення витрат і доходів. Графіки дозволяють аналізувати попередні операції з поділом на категорії або окремі роки/місяці.

За допомогою категорій стає зрозумілим на яку з сфер життя людина витрачає найбільше грошей.

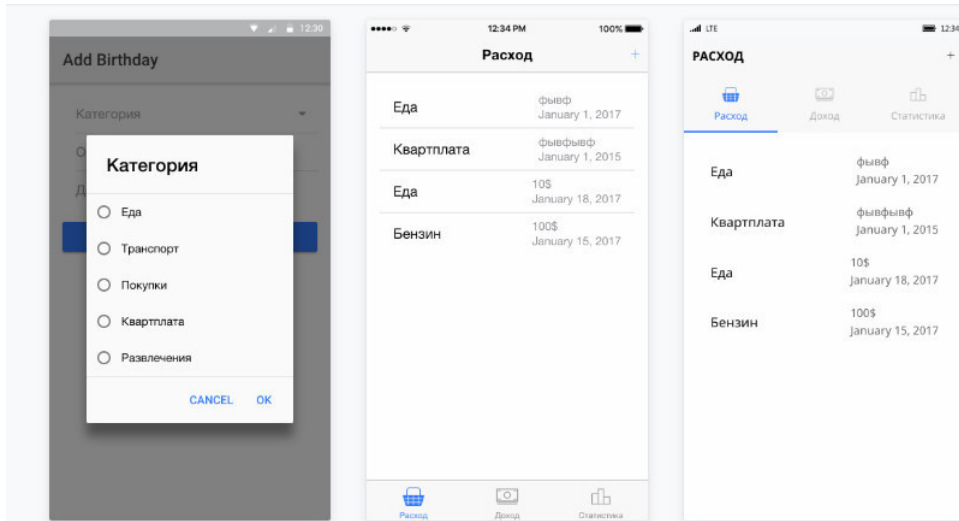


Рисунок 1 – Сторінки мобільного додатку

Цей мобільний додаток може працювати без підключення до інтернету, що дуже зручно, не завжди є можливість скористатися інтернетом. Введені данні зберігаються у локальному сховищі. В плані розробки знаходиться синхронізація з віддаленою базою даних.

Отже, цей мобільний додаток є актуальним у нас час, завдяки своїй кроссплатформенності він підходить під будь-яку мобільну платформу, це дуже зручно. Дуже великий плюс те, що додаток безкоштовний, в інтернеті важко знайти мобільний додаток, який виконує таку кількість операцій безкоштовно, існують Демо-версії, але все одно потрібно буде купувати повну версію, щоб користуватися усіма перевагами

даного додатку. Цей додаток буде дуже корисним для людей, які хочуть заощаджувати свої кошти, не витрачаючи на це багато часу.

Література

1. <https://kultprosvet.net/ru/blog/kross-platformennye-mobilnye-prilozheniya-chto-eto-i-zachem-chast-1>
2. http://appcraft.pro/portal/cross_platform_vs_native_app/
3. <http://russia.ibuildapp.com/>

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ИНФОРМАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Гузеев А.М., Лифар В.О., к.т.н., доц

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

Современное предприятие в процессе функционирования постоянно сталкивается с проблемой управления информацией в цифровом виде. При этом большая часть бизнес-процессов зависит от качества этой информации, а именно: технологические процессы, управление и планирование ресурсов предприятия, взаимодействие с партнерами, взаимодействие с клиентами и продажи. Наибольшие трудности возникают при управлении неструктурированной информацией.

Таким образом, актуальным является: исследование факторов, влияющих на качество информации; исследование источников формирования информации; анализ проблем, возникающих в результате обработки информации.

Существует несколько определений термина "информация". В общем случае информация – это сведения о явлениях и предметах окружающего мира в виде данных в определенном контексте.

К структурированной информации относится информация в базах данных и знаний, системах управления контентом, ERP-системах. К неструктурированной информации относится множество файлов (документы, таблицы, презентации, мультимедиа, папки), множество почтовых и мгновенных сообщений, множество голосовых сообщений, неоцифрованная информация.

В большей степени предприятия сталкиваются с трудностями при использовании и обработке неструктурированной информации. В результате анализа качественного состава информации различных организаций мы пришли к выводу, что неструктурированной информации в 4 раза больше, чем структурированной.

Проблеме оценки качества информации уделено внимание в работах [1-4]. В настоящее время предложено ряд фреймворков, методов, метрик и концепций для оценки и измерения качества данных, в том числе Total Quality Management concepts, Total Data Quality Management method, AIMQ method, goal-oriented measurement metrics [5].

Реализация бизнес-процессов непосредственно зависит от качества структурированной и неструктурированной информации, и для обеспечения эффективной работы предприятия бизнес-процессы должны быть интегрированы по горизонтали и по вертикали. Эти требования лежат в основе реализации концепции Boundaryless Information Flow [6-7].

Предприятия различных отраслей сталкиваются с одними и теми же проблемами при работе с информацией. По оценкам экспертов сотрудник тратит в среднем 60% времени на поиск нужной информации и 40% для ее использования. Результатом процесса поиска может быть и факт отсутствия искомой информации. Подтверждение такого факта на ранних стадиях поиска позволяет избежать лишних операций, сэкономить ресурсы. Таким образом, сокращение времени поиска нужной информации приведет к повышению производительности работы персонала. Ошибки ручного ввода данных, в том числе неправильная настройка ПО, некорректное заполнение

справочников, ошибки обработки бумажной корреспонденции, неточности в получении и отправке почты могут привести к потере и искажению данных, нанесению вреда репутации предприятия, разрыву отношений с бизнес-партнерами и другим прямым и косвенным потерям. Дублирование информации приводит к возникновению сразу нескольких проблем: увеличение времени поиска нужной информации, сокращение доступного дискового пространства, увеличение времени резервного копирования. Устаревание информации в основном отрицательно влияет на репутацию предприятия, при этом не следует воспринимать исторические данные как устаревшие. Проблемы интеграции выражаются в виде прямых затрат на разработку интерфейсов для гетерогенных информационных систем, при этом происходит преобразование множества различных форматов файлов в процессе импорта/экспорта данных. Одним из ключевых решений перечисленных проблем является повторное использование информации и ПО. Слабое информационное обеспечение отрицательно влияет на процесс принятия решений, так как могут быть пропущены факты, существенно влияющие на выработку решения.

В настоящее время многие предприятия разрабатывают собственную стратегию управления информацией и метаданными, которые находят свое отражение в политиках на различных уровнях управления. Политики должны затрагивать такие критические, с точки зрения управления информацией, аспекты, как: индексирование (indexing), тегирование (tagging), управление метаданными (metadata), учет почты и вложений, именование объектов и схемы. В результате, можно сделать вывод, что политики должны определяться отраслью применения и быть реализованы с использованием компонент ИТ-инфраструктуры. Отраслевая политика не должна претерпевать значительные изменения для конкретного предприятия внутри отрасли.

В составе ИТ-инфраструктуры современного предприятия эксплуатируются и взаимодействуют множество компонентов, предоставляется множество услуг, реализовываются множество бизнес-процессов. ИТ-инфраструктура является гетерогенной и эволюционирует, сочетая различные вычислительные архитектуры, форматы представления и источники информации, аппаратно-программные компоненты.

В процессе функционирования предприятия сталкиваются с одинаковыми трудностями управления информацией. Низкое качество информации приводит к прямым и косвенным потерям, снижению эффективности работы. Внедрение политик на различных уровнях управления с учетом отраслевых особенностей позволит повысить качество информации, снизить затраты на ее обработку.

1. Kon H.B., Reddy M.P., Wang R.Y., Towards Data Quality: An Attributes-Based Approach, Decision Support Systems 13, published by Elsevier, 1995.
2. Wang, R. Y., Storey, V. C., and Firth, C. P. "A Framework for analysis of data quality research," IEEE Transaction on Knowledge and Data Engineering (7:4), 1995, pp. 623-640.
3. Ballou, D. P., Wang, R. Y., Pazer, H., and Tayi, G. K. "Modeling information manufacturing systems to determine information product quality," Management Science (44:4), 1998, pp.462-484.
4. Lee, Y. W., Strong, D. M., Kahn, B. K., and Wang, R. Y. "AIMQ: a methodology for information quality assessment," Information & Management (40), 2002, pp. 133-146.
5. Heinrich, B., and Helfert, H. "Analyzing Data Quality Investments in CRM – a model based approach," in Proceedings of the 8th International Conference on Information Quality, Cambridge, 2003.
6. White Paper: An Introduction to Boundaryless Information Flow (W201), published by The Open Group, July 2002.

7. White Paper: Approaches to Boundaryless Information Flow Architecture (W044), published by The Open Group, January 2004.

РОЗРОБКА БІЗНЕС-ПОМІЧНИКА НА БАЗІ ANDROID

Дікунова М.С., Іванов В.Г., к.т.н., доц.

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Мобільні телефони об'єднали в собі чи не все, що можна і розумно поєднувати під корпусом одного пристрою.

Основні завдання телефону минулого - здійснювати і приймати дзвінки, писати SMS. Сьогодні ці завдання доповнилися роботою з інтернет-ресурсами, прослуховуванням музики, фотозйомкою, використанням ігор і додатків. Нині споживач шукає не просто мобільний телефон, він уважно вивчає умови, співвідносячи їх з вимогами сучасного ринку. Саме тому можна стверджувати, що розвиток мобільних технологій буде тільки прискорюватися.

Крім того, в сучасному світі кожна людина, яка так чи інакше пов'язана з бізнесом, стикається з проблемою планування свого дня.

Не дарма на різноманітних бізнес-тренінгах з особистісного росту дуже часто можна почути поради: «Ведіть щоденник», «Складайте щодня списки справ», «Плануйте свій час» - та інші.

Успішні люди, які домоглися визнання і фінансового благополуччя в своїй професії, прекрасно знають, як правильно вести щоденник і як безпомилково планувати свій час. Саме такий серйозний підхід дозволяє їм встигати за день набагато більше, ніж ледарям і неорганізованим особистостям, що вважають щоденники марною тратою часу. Ведучи щоденник, завжди можна знати, коли у вас є вільний час, а коли щось заплановано, щоденник не дозволить забути ні про одну зустріч або дзвінок, і вас будуть цінувати як людину-слово. Крім того, всі люблять організованих людей, їм більше довіряють і поважають.

Наш розум має таку властивість - ви будете напружувати свої думки, знаючи про те найважливіше, що вам тільки належить зробити, і не даючи можливості займатися іншими, може і менш важливими, але справами. Коли ж ми справи записуємо, ми знаємо, що тепер вони не забудуться, і можна розслабитися і продовжити займатися іншою справою. Щоденник дозволяє завжди знайти і простежити, що відбувалося і в який день, адже пам'ять не вічна: все зникає з голови. Кілька наукових досліджень показали, що ведення щоденника зменшує стрес. Ці переваги включають до себе ряд можливостей: зниження неуважності; підвищення уваги; стабільність; глибший рівень навчання; збереження думок, поки вони не будуть змінені і інтегровані; звільнення стримуваних емоцій і думок; примирення з минулим; можливість знову пережити минуле;

Мета проекту - розробити простий в розумінні і зручний у використанні додаток під платформу Android, що дозволяє контролювати користувачеві свої особисті записи: вести щоденник, створювати розклад дня і отримувати повідомлення про важливі зустрічі. Правильно спланувати свій день – це головне, що повинна вміти людина. Економія часу допоможе встигати більше та докладати для цього менше зусиль.

На даний час існують аналоги, використання яких надає можливість користувачеві планувати свій день, робити особисті записи або встановлювати повідомлення про важливі події. Але багато з цих додатків не є безкоштовними, та мають незрозумілий інтерфейс.

Мій додаток повинен відповідати вимогам сучасного користувача, бути зрозумілим та зручним у використанні. Додаток буде виконувати такі функції, як

надання можливості створювати особисті звичайні записи, також робити голосові записи.

Використовуючи додаток, можна створювати особистий розклад на будь-який день року. Такий розклад формується згідно із часом та має декілька ступенів важливості, які також позначаються спеціальними позначками. Є можливість створення важливих подій (повідомлення про такі події приходить за день). Крім того, можна вказати певну людину, обравши її із списку контактів. Форми для створення записів представлені на рисунку 1.

Для більш зручного використання кожен користувач може відсортувати записи за датою, тегами, наявністю голосового додатку або фотографії. Усі фотографії, додані до записів, виносяться у окрему галерею для полегшення пошуку необхідних файлів. У цьому розділі користувач може зберегти будь-яку коротку інформацію, яка стосується тільки його. Наприклад, він може записати номер свого особистого рахунку у онлайн-грі. За бажанням користувач може встановити пароль на додаток.

Крім того, користувачеві будуть надані такі можливості:

- спостереження за своїми записами на календарі;
- доповнювання записів. Цей пункт відрізняється від можливості створення нового запису, тому що у разі редагування існуючий текст буде доповнено та підсвічено певним кольором;
- можливість обрати певну тему, щоб персоналізувати інтерфейс;
- можливість підключитися до хмари за для зберігання резервної копії даних;
- шифрувати певні записи, щоб уникнути втечі важливої інформації.

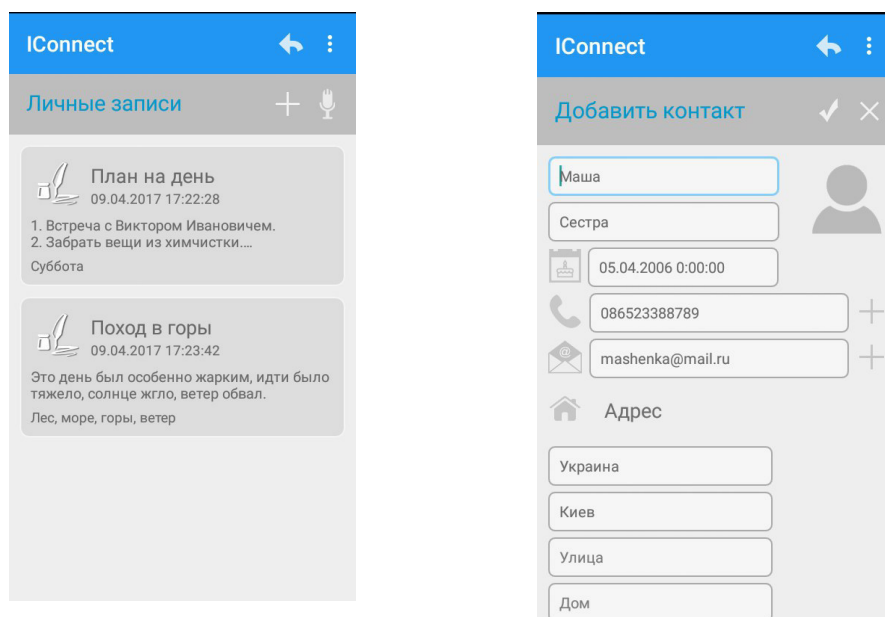


Рис.1- Форми для створення записів

Усі ці можливості допоможуть користувачеві не забути про важливі зустрічі, спланувати свій день, занотувати усі свої думки та враження під час подорожі. Економія часу та вічні спогади - це ті можливості, які надає використання електронного помічника.

Реалізація проекту виконується за допомогою Xamarin-фреймворку для кроссплатформенної розробки мобільних додатків, підтримує iOS, Android, Windows Phone, з використанням мови C #.

Отже, цей додаток допоможе кожному користувачеві спланувати свій день правильно, щоб не гаяти час. Актуальність даної розробки обумовлена тим, що у додатку буде охоплено широкий спектр можливостей, які відсутні в інших подібних програмах. Він не є платним, або Демо-версією, як більшість гарних додатків.

Література:

1. <https://www.xamarin.com>

СИСТЕМА ОБЛІКУ ВИКОРИСТАННЯ АУДИТОРІЙ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ NFC

Безбожний В.С., Цололо С.О., к.т.н., доц.

Донецький національний технічний університет

Метою роботи є розробка електронних замків аудиторій на основі технології NFC з функцією нотування даних про їх відчинення/зачинення викладачами.

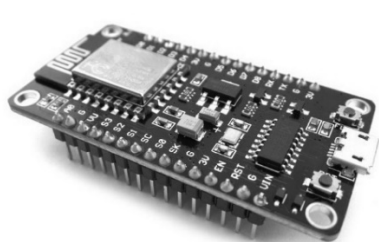
NFC (Near Field Communication) – це технологія бездротового обміну даними між пристроями, що знаходяться на відстані до 20 сантиметрів. Два пристрої з NFC-мікросхемами достатньо наблизити один до одного для того, щоб вони змогли обмінюватися інформацією. У якості застосування цієї технології можна назвати електронне особове посвідчення, електронні ключі (від автомобіля, будинку, офісу, готельного номера), одержання довідкової інформації з електронних дошок [1].

Систему було вирішено розроблювати з можливістю функціонування з можливістю автономного живлення та відносно невеликою вартістю. Було розглянуто декілька варіантів:

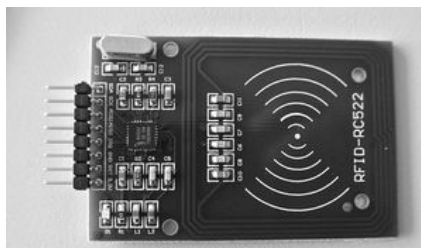
- Arduino Uno R3 з мережевих модулем Wi-Fi;
- МК серії STM з мережевих модулем Wi-Fi;
- Wi-Fi-модуль ESP-12E, з власним обчислювальним елементом [2].

Найбільш поширеними та простими у програмуванні є мікроконтролери Arduino. Вони мають власне середовище розробки для написання скетчів (програм) та C++/C подібну мову програмування. Також слід відзначити відносно дешевизну мікроконтролерів Arduino у порівнянні з іншими мікроконтролерами, що програмуються мовою високого рівня. Але, оскільки модуль ESP-12E може виконувати ті ж самі функції, що і STM та Arduino, і вже має вбудований Wi-Fi модуль, що дасть змогу підключення ПК до локальної мережі через даний модуль, та його вартість не перевищує інші варіанти було вирішено використовувати ESP-12E [3].

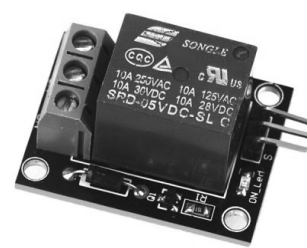
Для зручності використання було вирішено, що дані можуть бути записані на будь-які типи міток (наліпки, брелоки або NFC смартфона), що в свою чергу зумовило вибір модуля взаємодії з NFC – RC522, як такий, що працює з найбільш широким діапазоном стандартів виготовлених міток та вартість якого є прийнятною для проекту такого класу [4]. У якості актуатора для відчинення/зачинення дверей було вирішено використати реле KY-019 – 1-канальний модуль, що має один нормально-замкнутий та один нормально-розімкнутий контакти [5].



а) модуль ESP-12E



б) модуль RFID-RC522



в) модуль ESP-12E

Рисунок 1 – Компоненти системи обліку

Система складається з трьох компонентів:

1. Мікроконтролер ESP-12E (рис. 1а) – головна частина системи, яка виконує всі обчислення та керування відчиненням/зачиненням дверей.
2. Модуль RFID-RC522 (рис.1б) – зчитує персональні дані робітників з персоніфікованих перепусток, що дозволяє однозначно ідентифікувати кожного робітника, який користується системою.
3. Реле KY-019 (рис. 1в) – реле, що перемикає стан електронного замка (відчинення або зачинення дверей) сигналами від системи ідентифікації.

Загальна структура системи показана на рис. 2.

Програмну частину реалізовано за допомогою середовища розробки Arduino Sketch на мові програмування подібній до C++/C.

Новизною розробленої системи є автоматизація реєстрації проведення заняття викладачем у певній аудиторії на основі даних про відчинення/зачинення дверей аудиторії та використання бюджетних апаратних складових для мінімізації затрат з впровадження даної системи на практиці.

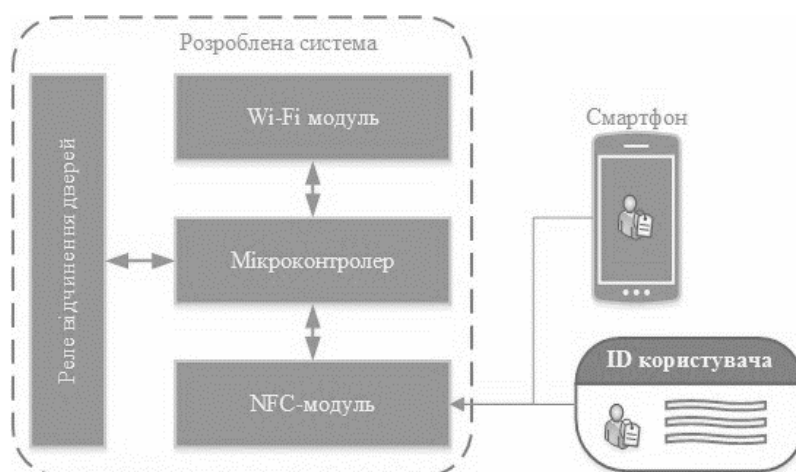


Рисунок 2 – Структура розробленої системи.

Практична цінність розробленої системи складається у дешевизні складових частин, відносно простому процесу виготовлення готової систему та модульності, тобто у разі виходу зі стану одного з модулів його можна замінити без втрати працездатності системи.

Література

1. "Information technology - Telecommunications and information exchange between systems – Near Field Communication – Interface and Protocol (NFCIP-1)", ISO/IEC 18092, First Edition, 2004-04-01.
2. ESP-12E WiFi Module [електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mintbox.in/media/esp-12e.pdf>
3. Безбожний В.С., Цололо С.О. Розробка автоматизованої системи обліку робочого часу на базі технології NFC // «ТАК»: телекомунікації, автоматика, комп'ютерно-інтегровані технології: зб. доповідей Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених, 29-30 листопада 2016 р. / ДВНЗ «ДонНТУ»; відп. ред. Г.В. Ступак. – Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2016. – С. 113-115
4. NFC Forum [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nfc-forum.org/>
5. Arduino KY-019 5V relay module [електронний ресурс]. – Режим доступу: https://tkkrlab.nl/wiki/Arduino_KY-019_5V_relay_module

ОРГАНІЗАЦІЯ БАГАТОШЛЯХОВОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ

Капорін Р. М., студент, Коган А. В., к.т.н., асистент

НТУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Сучасний світ важко уявити без використання комп'ютерних мереж, зокрема мережі Інтернет, де передаються великі обсяги даних що містять конференційну інформацію. Наразі широко розповсюджене питання захисту таких мереж від несанкціонованого доступу, що реалізується на апаратному або програмному застосуванні. З кожним роком росте кількість механізмів обходу подібних систем, тому актуальною залишається тема впровадження новітніх засобів захисту інформації, що передається у мережі.

В роботі запропоновано способи, які припускають наявність зломисника в мережі і намагаються звести шкоду зроблену ним до мінімуму через динамічну зміну таблиці маршрутизації та розподілом інформаційного потоку по різних каналах зв'язку.

Розглядається комп'ютерна мережа (рис. 1), через яку передається важлива інформація.

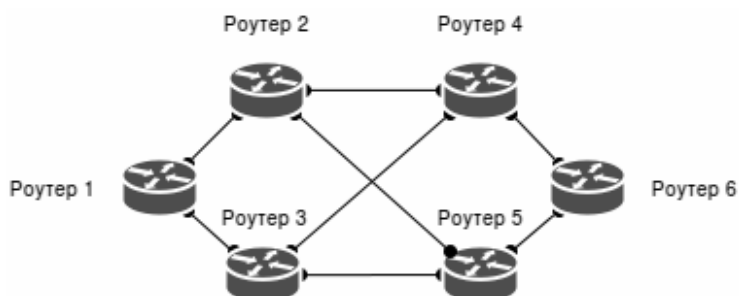


Рис. 1 – Логічна мережева топологія

Таку комп'ютерну мережу зручно перенести на граф, де вершинами є мережеві пристрої а з'єднання між ними є ребра між ними (рисунок 2). Після перетворення буде отримано граф $G(V, E)$, де V – множина усіх вершин графу, E – множина ребер, що належать цьому графу.

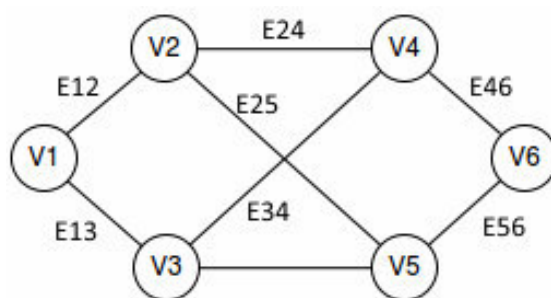


Рис. 2 – Логічна топологія мережі у вигляді графа

Тоді завдання можна переформулювати так: для наданого за умовою графа знайти найбільшу множину шляхів по графу поміж двох вершин, що не мають спільних вершин.

Вхідними даними є кількість та номери вершин графу, кількість з'єднань та їх вартості, інформація про з'єднання вершин між собою. На виході після обробки буде отримана множина шляхів, що не перетинаються, та їх вартості.

Для організація безпечної маршрутизації в комп'ютерній мережі доцільно використовувати способи побудови множини шляхів, що не перетинаються, тобто не мають спільних вузлів.

Розглядаються два різних підходи до вирішення даної задачі: модифікований алгоритм Беллмана – Форда та хвильовий алгоритм для декількох шляхів.

Алгоритм Беллмана – Форда знаходить найкоротші шляхи між двома вершинами на графі. Він добре зарекомендував себе у першому протоколі динамічної маршрутизації RIP [1]. Ідея запропонованого модифікованого способу полягає у наступному: алгоритм шукає найкоротший шлях поміж початковою і кінцевою вершинами у графі, а потім видаляє усі вершини, що містяться у шляху і продовжує пошук нового шляху доти, доки ще є можливість з'єднати ці дві вершини. Так буде гарантовано знайдена множина шляхів з найменшими вартостями.

Стандартний хвильовий алгоритм [2] призначений для пошуку шляхів у лабіринтах. Його дія нагадує ефект падіння каменя до води, коли від місця падіння рівномірно розходяться хвилі. Він поступово розгалужується по усьому графу. Але його завдання знайти виключно один шлях.

В роботі запропоновано модифікований варіант, який формує відразу усі наявні у графі шляхи між двома точками.

Розглянемо на прикладі принцип роботи алгоритму. На першому шляху будується множина шляхів. Потужність такої множини є не більшої ніж кількість ребер, що виходять з початкової вершини, бо це максимальна кількість шляхів, що не будуть перетинатися. На другому шляху утворюються хвилі (рисунок 3).

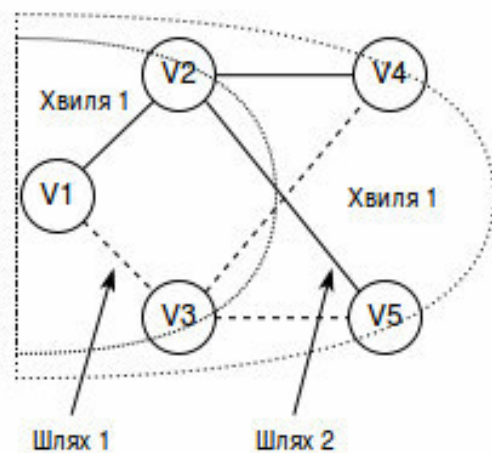


Рис. 3 – Утворення хвиль у графі

На цьому етапі обираються нові можливі кандидати для переходу. Спочатку обираються вершини, у яких найменша кількість вихідних з'єднань, бо інакше інша вершина може відрізати наступний крок для цієї, хоча вона б мала інші варіанти для переходу. Робота алгоритму продовжується поки є можливість утворення нових шляхів.

У даній роботі були запропоновані і обґрунтовані два модифікованих способи формування множин шляхів, що не перетинаються для організації багатошляхової маршрутизації. Основними ж критеріями при організації такої маршрутизації є безпека та якість обслуговування, досягти яких вдається за рахунок формування множини шляхів, що не перетинаються.

Література

1. Thomas, T. M. (2000). *ICND: Interconnecting Cisco network devices*. New York: McGraw-Hill.
2. Cormen, T. H., Leiserson, C. E., & Rivest, R. L. (1990). *Introduction to algorithms*. Cambridge, MA: MIT Press.

МІКРОКОНТРОЛЕРНА СИСТЕМА З КОНТРОЛЮ ЗОВНІШНІХ ПОКАЗНИКІВ СЕРЕДОВИЩ

Харківський М.А., Барбарук В.М. к. т. н., доцент

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Актуальність: На сьогодні дуже актуальні розробки на основі Arduino, Raspberry Pi і т. д.. І коли виникла потреба у лабораторному стенді для кафедри ХОП, було вирішено розробляти стенд на базі мікроконтролерної схеми Arduino. Для реалізації було обрано модель "Arduino UNO".

Мета: Розробити мікроконтролерну систему для контролю таких зовнішніх показників: рівень CO₂, рівень вібрації, температура та вологість повітря, рівень шуму, атмосферний тиск.

Задачі:

- Зібрати мікроконтролерну систему;
- Розробити програмне забезпечення для отримання і аналізу показників;
- Розробити алгоритм передачі даних з схеми на мікроконтролер.

Методи розв'язання задач:

Для керування показниками і аналізом їх, було обрано популярну модель Arduino UNO на базі ATmega328p.

Структура апаратної частини:

Для збору показників були вибрані спеціальні датчики сумісні з Arduino UNO, а саме:

- SW-420. Датчик нахилу та вібрації;
- MQ2. Датчик CO₂;
- DHT11 Датчик вологості та температури;
- BMP180 Барометричний датчик тиску;
- Датчик рівня звуку;
- Датчик освітленості.

Усі датчики буде вмонтовано спочатку на макетну схему, а потім перенесено на плату та спаяно до купи.

Програмна частина проекту:

Програмне забезпечення написане на мові програмування Arduino у Arduino IDE. Показники прийняті від датчиків потрапляють на мікроконтролер і там за допомогою написаного програмного забезпечення обробляються та виводяться на дисплей, або на монітор комп'ютеру до якого під'єднана Arduino. Також є можливість керувати системою через Bluetooth зі смартфона за допомогою командної строки.

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОГО ВПЛИВУ НА ЛЮДЕЙ ВРАЖАЮЧИХ ЧИННИКІВ АВАРІЙ НА НЕБЕЗПЕЧНИХ ВИРОБНИЦТВАХ

Сафонова Є.О., Сафонова С.О. к.т.н.

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Виникнення і розвиток аварійних ситуацій на небезпечних промислових об'єктах має істотні негативні наслідки: викид небезпечних хімічних речовин (НХР) в атмосферу, їх поширення в довкіллі; утворення вибухо-пожаронебезпечної газової суміші; вибух, вогняна куля, велика пожежа протоки (можливий вогняний шторм), протока токсичної рідини.

Перераховані процеси відбуваються зазвичай протягом короткого часу. Вони несуть загрозу, як працівникам підприємства, так і третім особам, що знаходяться поблизу небезпечного об'єкту, довкіллю та вимагають швидкої і точної реакції служб підприємства і місцевої влади.

З метою підтримки дій диспетчера в аварійних ситуаціях розроблена інформаційна технологія і програмно-апаратні засоби, що дозволяють в короткий термін ввести вхідні дані аварії і отримати прогнозу інформацію, яка містить динамічні характеристики загроз, що перераховані.

Вплив на людину вражаючих чинників визначений різними механізмами, має ймовірнісний результат і може бути оцінений тільки на підставі даних, які отримані в результаті статистичної обробки даних реальних аварій, аналізу матеріалів розслідування смертельних випадків.

Основне рівняння, що визначає ймовірність смертельного ураження записується у виді [1]:

$$P_{bk} = \int_0^x \frac{1}{(2 \cdot \pi)^{1/2} \cdot \sigma \cdot x} \cdot \exp \left[\frac{-(\ln(x) - m^*)^2}{2 \cdot \sigma^2} \right] dx, \quad (1)$$

де x - причинний коефіцієнт;

σ - 1-й параметр логарифмічного розподілу;

m^* - 2-й параметр логарифмічного розподілу.

Ці параметри для різних вражаючих чинників представлені в спеціальній літературі [2].

Причинним коефіцієнтом виступають різні параметри, залежно від виду ураження:

- при інгаляційній поразці НХР причинний коефіцієнт:

$$\int_{t1}^{t2} c(x, y, z, t)^n dt, \quad (2)$$

де n - показник ступеня причинного коефіцієнта;

$c(x, y, z, t)$ - функція зміни концентрації НХР у просторі та часі (ppm);

t - параметр часу (мін);

$t1, t2$ - часи початку і закінчення дії небезпечної концентрації НХР.

- при впливі ударної хвилі в якості причинного коефіцієнта можуть використовуватися надлишковий тиск у фронті ударної хвилі або імпульс хвилі в фазі стиснення в залежності від механізму впливу, що викликає смерть.

- при впливі теплового навантаження значення має енергія, отримана людиною в результаті опромінення:

$$\int_{t1}^{t2} q dt,$$

де q (кВт) - тепловий потік впливу на відкриті ділянки шкіри.

При визначенні ймовірності смертельного ураження [3] використовується також функція Гаусса (функція помилок):

$$P = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \int_{-\infty}^{Pr-5} \exp \left[\frac{-t^2}{2} \right] dt, \quad (3)$$

де Pr - пробіт-функція, що залежить від концентрації і часу, найчастіше розраховується як:

$$Pr = a + b \ln(x). \quad (4)$$

Коефіцієнти σ , m^* обчислюються при відомих коефіцієнтах a , b як:

$$\sigma = \frac{1}{b}; \quad m^* = \frac{5 - a}{b}.$$

n має таке ж значення, як і в рівнянні причинного коефіцієнта для ураження НХР.

Наведені методи пройшли апробацію і верифікацію. Перевага даної методики полягає в тому, що для моделювання динамічних функцій на основі аналітичних залежностей необхідні мінімальні обчислювальні ресурси. Таким чином, для отримання даних прогнозу необхідно менше однієї хвилини, що цілком задовольняє умовам роботи диспетчера.

Література

1. Poblete B. R. The assessment of major hazards: estimation of injury and damage around a hazard source using an impact model based on inverse square law and probit relations / Poblete B.R., Lees F.P., Simpson G. B. — Journal of Hazardous Materials, 1984. — No. 9, pp. 355-371.
2. Methods for the calculation of physical effects. 'Yellow Book'. CPR 14E (Part 2). Sdu Uitgevers. Committee for the Prevention of Disasters. Third edition 1997. Chapter 6.
3. Мاستрюков Б. С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях — Борис Степанович Мастрюков. — М.: Академия, 2003. — 336 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ЗОН ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПРИ ТРАССИРОВКЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Антощак А.Д.¹

Научные руководители доц. Ганжа С.Н.¹, Ганжа С.А.²

¹ВНУ им. В.Даля, ²Северодонецкий химико-механический техникум

В данном докладе рассматриваются вопросы трассировки двухсторонних плат с разбиением монтажного пространства на однослойные зоны с вертикальной и горизонтальной трассировкой. Для этого используются две процедуры: распределение соединений по зонам (предварительная трассировка) и трассировка внутри зон (точная трассировка).

Основная задача предварительной трассировки – качественная трассировка внутри зон. Следовательно, качество распределения соединений по зонам, должно быть оценено также, как и качество трассировки в целом:

- соответствие загруженностей зон и их пропускной способности;
- минимум количества переходов из вертикальных зон в горизонтальные (количество межслойных переходов);
- минимум суммарной длины электрических соединений (трасс);
- минимум числа соединяемых контактов, расположенных непосредственно у границ зон.

В данном перечне основным является первый критерий, так как перезагруженность зон является основным фактором увеличения количества неразведённых соединений. Последний критерий вызван практическим анализом работы алгоритмов внутри зон, так как контакты цепей вблизи границ зон уменьшают число допустимых вариантов взаимного расположения соединений внутри зон.

От того, как сформирована зона, зависят результаты предварительной трассировки. Но прогнозировать загруженность зон невозможно, поскольку разбиение монтажного пространства на зоны трассировки выполняется раньше предварительной трассировки. Основным критерием исходного разбиения платы на зоны является максимальное число цепей, имеющих два и более контакта в области одной зоны (чтобы уменьшить число межслойных переходов). Дополнительным критерием является минимизация числа соединяемых контактов вблизи границ зон.

После проведения первого этапа предварительной трассировки проводится ограниченный сдвиг границ зон с целью повышения пропускных способностей наиболее загруженных зон. Здесь минимизация количества межслойных переходов выполняется по другому принципу – положительным фактором является включение нескольких

фрагментов одной цепи в одну зону, отрицательным – размещение одного фрагмента в двух соседних зонах. Такую коррекцию границ следует повторять несколько раз, чередуя с предварительной трассировкой.

Література

1. Ганжа С.Н., Иванов В.Г. Критерий равномерного заполнения монтажного пространства электрическими соединениями при автоматизированном размещении элементов. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції „Наука в інформаційному просторі”. 15-16.10.2008, Дніпропетровськ, 2008.

2. Ганжа С.Н., Ганжа С.А. Подход к автоматизированному размещению разногабаритных компонентов на печатных платах. Матеріали 5-ої міжнародної науково-практичної конференції „Розвиток наукових досліджень 2009”. 23-25.11.2009 Полтава, 2009.

УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ С ТЮНЕРОМ, ЧАСАМИ И БУДИЛЬНИКОМ КАК ПРИСТАВКА К КОМПЬЮТЕРУ

Антощак А.Д.¹

Научные руководители доц. Ганжа С.М.¹, Ганжа С.А.²

¹ВНУ им. В.Даля, ²Северодонецкий химико-механический техникум

В последнее время компьютеры используются не только при проведении сложных технических расчётов, но и могут воспроизводить графическую информацию, медиафайлы: аудио- и видеозаписи и многое другое. При воспроизведении аудиофайла цифровой сигнал посредством процессора и аудиокарты обрабатывается и преобразуется в аналоговую форму. В этом виде сигнал присутствует на выходе аудиокарты. Для усиления и преобразования сигнала в звук необходимы усилитель низкой частоты и акустические системы.

Рядом фирм во всём мире выпускаются усилители низкой частоты, ориентированные, в первую очередь, на применение совместно с персональными компьютерами. Обычно такие устройства содержат сам усилитель, блок питания и органы управления, помещённые в корпус. В моделях низкой с средней ценовой категорий в корпус усилителя также устанавливается от одной до трёх динамических головок.

Все эти приборы предназначены только для усиления сигнала и преобразования его в колебания воздуха.

Разрабатываемое устройство отличается несколько расширенным по сравнению с указанными устройствами функциональным составом, собирается с применением современной элементной базы: для построения всех блоков используются специализированные интегральные схемы, что позволяет снизить габариты и массу устройства при сохранении качественных показателей и функциональности.

Разрабатываемый прибор может использоваться совместно с персональным компьютером (подключение к выходу звуковой карты); переносными устройствами, имеющими выходной разъём StereoJack 3,5 мм – подавляющая часть бытовых устройств (малогабаритные звуковоспроизводящие устройства; так называемые MP3-плееры; некоторые мобильные телефоны; медиацентры – малогабаритные ЭВМ, специализирующиеся на воспроизведении цифровых аудио и видеозаписей, располагаемых на встроенном жёстком диске сравнительно большой ёмкости; стационарные тюнеры); стационарными приборами, не имеющими встроенного усилителя и другие.

Устройство содержит стереофонический усилитель низкой частоты; УКВ ЧМ тюнер, работающий в диапазоне частот 88...108 МГц (УКВ-2); электронные часы с

цифровой индикацией и мелодичным будильником, а также может воспроизводить записи, записанные на Audio-CD. Питается устройство от сети переменного тока ~220 В.

При соответствующей доработке выход тюнера устройства можно подключать к внешним приборам (магнитофон, вход звуковой платы персонального компьютера) для записи радиопередач или музыкальных композиций на жёсткий диск последнего при помощи соответствующего программного обеспечения. В крайнем случае, запись можно производить в формат Wav посредством программы Звукозапись, распространяемой с операционной системой семейства Windows начиная с Windows 95.

ПРО ОДИН АЛГОРИТМ РОЗМІЩЕННЯ РІЗНОГАБАРИТНИХ КОМПОНЕНТІВ НА ДРУКОВАНИХ ПЛАТАХ

Бондар О.

Наукові керівники доц. Ганжа С.М., проф. Марченко Д.М.

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Електрорадіоелементи, що розміщуються на монтажному просторі друкованих плат, інтегральних схем, як правило, мають великий ступінь різногабаритності, що в значній мірі робить задачу, що вирішується, більш складною. У даній доповіді пропонується алгоритм розміщення різногабаритних елементів на друкованих платах.

Відомо, що найбільш поширеним критерієм якості розміщення є поліпшення можливостей подальшого трасування міжз'єднань (друкованих провідників). Для побудови таких умов при розміщенні попередньо монтажні розміри елементів декілька збільшуються. Це збільшення залежить від кількості зв'язків схеми, кількості задіяних контактів елемента, який зараз розглядається, їх взаємне положення та співвідношення площі плати до сумарної площі елементів, що підлягають розміщенню. У даному алгоритмі враховуються не фактичні, а монтажні розміри елементів.

Пропонується використання послідовного алгоритму розміщення, бо такі алгоритми мають велику швидкодію та сходження.

Алгоритм складається з двох етапів. Перший призначений для вибору елемента, який підлягає розміщенню. На другому етапі проводиться пошук місця для розміщення елемента, що розглядається на даному етапі. В якості чергового елемента, що розміщується, беремо елемент, максимально зв'язаний з раніше розміщеними елементами і мінімально з ще нерозміщеними. Для цього елемента будуються дві «лінії центру». Перша «лінія» розташовується на відстані від раніш розташованих елементів, рівній половині розміру цього елемента по осі X. Друга – аналогічно по осі Y. Цим забезпечується облік усіх чотирьох можливих орієнтацій даного елемента.

Далі здійснюється корекція побудованої лінії. Для точок, в яких припустиме розміщення елемента, що розглядається, вибирається та, для якої сумарна довжина зв'язків мінімальна. Після цього обирається наступний елемент для розміщення.

Алгоритм має такі відміни від існуючих. При виборі місця для розміщення обраного елемента використовується дискретне робоче поле, є можливість вказування монтажних полів. Також можна відмітити ітераційність процесу розміщення, при закінченні визначення місцезнаходження усіх елементів, що розміщуються, збільшуються монтажні розміри елементів і проводиться нове розміщення. Це призводить до рівномірного розподілення елементів на монтажному просторі.

Попередні випробування даного алгоритму розміщення довели його ефективність (мала сумарна довжина друкованих провідників та швидкодія).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА СИЛОВЫХ ФУНКЦИЙ ПРИ ИТЕРАЦИОННОМ РАЗМЕЩЕНИИ ЭЛЕМЕНТОВ НА МОНТАЖНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Бондарь А.

Научные руководители доц. Ганжа С.М., проф. Марченко Д.Н.

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

Высокие требования к качеству проектирования электронной аппаратуры, в частности, к качеству размещения элементов на печатных платах объясняется широким использованием достижений микроэлектроники при проектировании и производстве РЭА. Для решения этой задачи требуется разработка и практическая реализация эффективных алгоритмов размещения разногабаритных элементов на основе методов, позволяющих получить решения, близкие к оптимальным, и пригодных для проектирования аппаратуры с различным конструктивным исполнением.

Одним из путей решения указанной задачи можно назвать использование для размещения метода силовых функций, основным достоинством которого является получение решения в области глобального оптимума целевой функции – критерия размещения при относительно небольших времени по сравнению с точными методами: полного перебора, парных и групповых перестановок, ветвей и границ и т.д.

Значительным недостатком метода целевых функций является сложность подбора коэффициентов математической модели, описывающей движение элементов на плате при изменении варианта конструктивного решения изделия РЭА. Поэтому при практической реализации метода основное внимание было уделено формализации процесса подбора коэффициентов. В результате для большинства коэффициентов были получены аналитические зависимости, определяющие влияние на конструктивных и технологических параметров проектируемой аппаратуры. Для остальных коэффициентов определены области их допустимых значений.

Справедливость полученных зависимостей подтвердилась при практической проверке разработанных алгоритмов на реальных примерах двухсторонних печатных плат, матричных БИС с числом размещаемых элементов до 300.

К достоинствам предлагаемого подхода размещения разногабаритных элементов на основе метода силовых функций следует отнести следующие его возможности:

- возможность учета не только габаритных размеров элементов, но и их конструктивных, технологических и эксплуатационных параметров, т.е. размещение элементов может осуществляться с учетом их электромагнитной совместимости, взаимного теплового влияния и т.п.;
- возможность равномерного заполнения элементами зоны размещения монтажного пространства.

Кроме того, получено, что окончательный вариант размещения практически не зависит от качества начального размещения. Данное утверждение проверено на пяти различных вариантах начального размещения, имеющих разброс в качественных показателях. Это говорит о том, что предложенный подход позволяет получить результат, близкий к оптимальному.

ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ КАДРОВОГО УЧЁТА КОММУНАЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Левина Т.О., Шумова Л.А. к.т.н.

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

Целью работы является информационное обеспечение деятельности коммунального предприятия на основе автоматизации функций кадровых служб.

Деятельность по управлению кадрами на современных предприятиях становится все более технологичной, системной и качественной, что сопровождается

ростом потребностей в эффективных инструментах управления потоками информации и обуславливает разработку и внедрение программного обеспечения управления человеческими ресурсами, технологий объединения необходимых функций в единую информационную систему управления кадрами.

Проблемы компьютеризации кадрового учёта рассмотрены на примере коммунального предприятия «Северодонецкое троллейбусное управление», которое представляет основной вид общественного транспорта города и имеет большое количество подразделений.

Как показывает опыт успешной автоматизации [1], для достижения поставленной цели необходимо в первую очередь определить для чего нужна автоматизация: какие требования предъявить к информационной системе и каких результатов от нее ожидать. Далее необходимо провести обоснованный выбор платформы для создания централизованной автоматизированной системы управления персоналом, соответствующей требованиям к системе. В связи с этим, в работе поставлены следующие задачи:

- формирование перечня необходимых функций системы автоматизации на основе анализа функциональной структуры управления персоналом на предприятии и оценки уровня автоматизации процессов, связанных с кадровым учётом;
- определение категории программного продукта для создания централизованной автоматизированной системы управления персоналом.

На основе опроса работников кадровой службы и его анализа, автором выделены процессы, которые нуждаются в автоматизации, определены основные функции системы, которые обязаны присутствовать в программе: хранение и обработка полной кадровой информации; формирование списка сотрудников предприятия включающее в себя добавление сотрудника в базу, удаление и поиск сотрудника; заполнение личной карточки сотрудника; оформление приказа о приеме сотрудника, об увольнении, о переводе и о предоставлении отпуска; учет рабочего времени и начисление заработной платы; оперативная обработка данных для получения аналитической информации и принятия обоснованных управленческих решений.

На сегодняшний день автоматизация учета кадров на предприятии «кусочно-лоскутная»: приказы печатаются в «Word», кадровый учет и расчет заработной платы ведется в «Excel». При этом трудозатраты на получение статистических данных, а также на проверку информации, получаемой руководством из разных подразделений, непомерно высокие. На основании проведенной оценки уровня автоматизации процессов, связанных с кадровым учётом сделан вывод о необходимости совершенствования информационной системы управления кадрами на предприятии, путём внедрения более эффективных программных средств.

В настоящее время существует достаточно много систем управления кадрами, представленных как комплексными программами, которые охватывают весь диапазон задач управления кадрами, так и узкоспециализированными решениями [2].

Рассматриваются следующие возможности автоматизации кадрового учета на предприятии: модули управления кадрами в составе комплексных информационных систем («Галактика», «Парус» и «1С: Предприятие»); специализированные программы учета кадров («Отдел Кадров Плюс 2014», «БухСофт: Кадры»); локальные специализированные решения.

Анализ программного обеспечения показал, что возможности ведения кадрового учета в большинстве учетных программ достаточно ограничены (почасовая зарплата без каких-либо дополнительных расчетов, все остальные расчеты бухгалтер должен выполнять вручную) [3].

Среди пакетов прикладных программ наибольшую популярность у пользователей получила программа "1С: Зарплата и Управление персоналом" редакция 2.1 для Украины [4]. Программа построена с учетом особенностей учета в Украине на базе национальных стандартов бухгалтерского учета и имеет все характеристики для того, чтобы обеспечить автоматизацию учета кадров и расчета заработной платы на предприятиях различных отраслей, в том числе и коммунальных. Система дает возможность создавать конфигурации, используя встроенный язык программирования и компоненты построения пользовательского интерфейса, дорабатывать и отлаживать их, исполнять разработанную конфигурацию для эксплуатации её конечным пользователем.

Такое решение делает возможным создание единой централизованной информационной системы управления персоналом, которая служит эффективным инструментом для консолидации и анализа информации о кадровых ресурсах. Такая информационная система позволяет вводить данные однократно и в дальнейшем использовать в разных видах кадровых операций и учета. В централизованной автоматизированной системе поддерживается единое хранилище информации, что дает возможность формировать сводные отчеты и получать интересующую руководителя информацию.

Решение проблемы автоматизации ведения кадрового учёта на примере коммунального предприятия «Северодонецкое троллейбусное управление» показало, что анализ функциональной структуры управления персоналом на предприятии позволяет, сформировать перечень необходимых функций информационной системы связанных с кадровым учётом и провести обоснованный выбор платформы для создания централизованной автоматизированной системы управления персоналом, которая станет важным инструментом сбора и анализа информации о кадрах. Как наиболее эффективный инструмент информационного обеспечения деятельности по управлению кадрами рассматриваемого коммунального предприятия рекомендована программа "1С: Зарплата и Управление персоналом.

Литература

1. Бойко Э. Компьютеризация кадрового делопроизводства. М.: Управление персоналом, 2010. – 136 с.
2. Войтюшенко Н.М., Інформаційні системи і технології в обліку: навч. посіб. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2009 – 340с.
3. Клименко О.В. Інформаційні системи і технології в обліку. Навч. посібник. – К., 2008. – 320 с.
4. Офіційний сайт представництва компанії «1С» в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://its.1c.ua/>.

ОБЗОР МЕТОДОВ РАСЧЕТА МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ, СОЗДАВАЕМЫХ ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ

Шведчикова И.А., д.т.н. проф., Никитченко И.В. асп.

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

Магнитные устройства используются в электротехнике, инженерии, медицине и во многих других областях. Эти устройства, такие как магнитные муфты, сепараторы, трансформаторы, генераторы переменного тока, используют постоянные магниты или катушки.

Для практического расчета магнитного поля различных систем применяются различные подходы и методы: используется фундаментальный закон Био-Савара-Лапласа, рассматриваются уравнения магнитостатики для векторного потенциала и для скалярного потенциала, используется кулоновский подход и др [1].

В общем случае задача о нахождении магнитного поля постоянного магнита решается численно, но для систем, где магниты имеют простую форму (кольцо, цилиндр, параллелепипед), можно найти аналитическое решение данной задачи. Множество аналитических подходов в последние годы практикуется различными авторами для вычисления магнитных полей таких магнитов. В работах [2-3] представлен аналитический расчет магнитного поля, созданного постоянными магнитными кольцами, используя кулоновский подход. Для осевого кольцевого магнита дается вывод радиальных и осевых компонент. В работе [4] используется формула Кельвина для расчета силы, действующей на постоянный магнит в присутствии внешнего магнитного поля от второго постоянного магнита. В [5] представлены аналитические выражения магнитной индукции поля, созданного цилиндрическими постоянными магнитами.

К недостаткам аналитических методов следует можно отнести сложность аналитических преобразований и их ограниченное применение. Поэтому в настоящее время для расчета поля, в основном, применяют численные методы, которые позволяют существенно расширить класс решаемых задач.

Для расчета магнитных полей широко используется метод конечных разностей (МКР), согласно которому решение ищется в виде функции, определенной только в узлах сетки, а производные, входящие в дифференциальное уравнение, аппроксимируются разностными соотношениями относительно сеточной функции [6, 7].

Для расчета поля широко применяются вариационные методы. В основе этих методов лежит сведение краевой задачи для дифференциального уравнения в частных производных к задаче о минимуме соответствующего энергетического функционала. На вариационном принципе базируются используемые для численных расчетов методы Ритца и Бубнова-Галеркина [8].

МКЭ применим к широкому классу уравнений в частных производных при сложной форме границ расчетной области.

Помимо методов, использующих аппроксимацию и нахождение решения во всей расчетной области, как, например, в МКР и МКЭ, существуют и широко применяются численные методы, которые сводятся к определению искомого или введенных дополнительно функций в узлах, расположенных только на границе расчетной области. Наиболее известным из них является метод граничных элементов (МГЭ), конкретные реализации которого базируются либо на основе потенциала простого или двойного слоя, либо на использовании формулы Грина [9].

К классу методов, сводящих решение задачи к расчету искомого функций только на границе, относится также комплексный метод граничных элементов (КМГЭ). Основная идея КМГЭ заключается в построении комплексного потенциала, описывающего искомое плоскопараллельное поле, для которого выполняется интегральная формула Коши [10]. Для решения задач в перечисленных общих постановках предлагается использовать комбинированные методы на базе МКР или МКЭ и МГЭ [10]. Применение комбинированных методов для решения полевой задачи позволяет в совокупности реализовать преимущества каждого метода. В частности для решения задачи в линейной ограниченной или неограниченной области можно применить модели на базе МГЭ, а в ограниченной нелинейной области с анизотропными характеристиками - МКЭ.

Таблица. 1. Сравнительная характеристика основных численных методов расчёта магнитных полей

Метод расчета	Преимущества	Недостатки
Метод конечных разностей (МКР)	Простой метод, не требующий минимальной математической работы. МКР довольно успешно применяется для решения широкого круга расчёта магнитных полей	Необходимость применения специальных методов хранения слабозаполненных матриц, а также сложностью описания криволинейных поверхностей тел из-за применения конечно-разностной сетки.
Метод конечных элементов (МКЭ)	Точность решения поставленной задачи, возможность описания криволинейных границ области любой сложности, лёгкость учёта граничных условий различных типов и расчёта поля с объёмным зарядом, автоматических расчётом значений потенциала во всех узлах, а следовательно, быстротой вычисления потенциала и напряженности в любой точке области. МКЭ имеет некоторое преимущество перед МКР в гибкости, так как с его помощью легко учитываются сложные границы. Метод обеспечивает прекрасные возможности визуализации результатов расчета.	Сложность программной реализации, необходимость создания сетки элементов во всей области, что требует большого объема памяти. МКЭ не позволяет рассчитывать поля в неограниченном пространстве.
Метод граничных элементов (МГЭ)	Уменьшение размерности задачи и, как следствие, меньшая по сравнению по сравнению с МКЭ требуемая оперативная память компьютера и время счета.	Оперирование полными несимметричными матрицами с коэффициентами, вычисляемыми путём численного интегрирования.

Вывод. В данный момент разработано множество аналитических и численных методов расчета магнитных полей создаваемых постоянными магнитами. Так как задачи расчета магнитных полей являются достаточно сложными, то построение аналитического решения задачи имеет большие погрешности, поэтому большее распространение получили численные методы.

Литература

1. Коген – Далин В.В., Комаров Е.В. Расчет и испытание систем с постоянными магнитами. – М.: Энергия, 1977.

2. Babic S. I. Improvement in the analytical calculation of the magnetic field produced by permanent magnet rings. Progress In Electromagnetics Research C, Vol. 5, 71–82, 2008
3. Ravaud R. , Lemarquand G. , Lemarquand V., Depollier C. Analytical Calculation of the Magnetic Field Created by Permanent-Magnet Rings. IEEE transactions on magnetic, VOL. 44, NO. 8, August 2008
4. Janhavi S., Agashe, Arnold D. P. A study of scaling and geometry effects on the forces between cuboidal and cylindrical magnets using analytical force solutions. 2008 J. Phys. D: Appl. Phys. 41 10500
5. Ravaud R., Lemarquand G., Babic S., Lemarquand V., Akyel C. Cylindrical magnets and coils: fields, forces, and inductances. IEEE transactions on magnetic, Vol. 46, no. 9, September 2010
6. Самарский А.А. Теория разностных схем. - М.: Наука, 1982. — 271 с.
7. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. - М.: Наука, 1980
8. Фильтц Р.В. Дискретный аналог оператора Гамильтона // Мат. методы и физ.-мех. поля, 1985, вып. 23. - С. 10-22.
9. Бенерджи П., Баттерфильд Р. Методы граничных элементов. - М.: Мир, 1984.-415 с.
10. Громадка П Т., Лей Ч. Комплексный метод граничных элементов в инженерных задачах: Пер. с англ. - М.: Мир, 1990. - 303 е.

ВПЛИВ ІНФОРМАЦІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК РЕГІОНІВ

Серебряк К.І. к.е.н., доцент

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Економіка України в сучасних умовах потребує суттєвих змін. В цих умовах від органів державного управління потрібна точна реакція на такі зміни, аби забезпечити досягнення цілей, що поставлені перед країною. У зв'язку з цим управлінський апарат у своїй повсякденній діяльності має обов'язково враховувати потреби створення інформаційної системи управління. Сучасний інформаційний розвиток ставить суспільство перед необхідністю розв'язання комплексу проблем, пов'язаних, перш за все з ефективним використанням достовірної, цільової, своєчасної, достатньої і якісної інформації, яка дозволяє забезпечити оперативність та гнучкість у прийнятті управлінських рішень.

Нового значення набувають дослідження впливу інформації та інформаційних технологій на процеси розвитку суспільства, в контексті ролі інновацій у життєдіяльності національної економіки. Впровадження інноваційної політики економічного розвитку, визначення факторної ролі інновацій в економічних процесах вимагає дослідження його складових, їхньої ролі та визначення впливу на ефективність функціонування і розвиток регіонів. Успішне здійснення якісного та оперативного опрацювання відповідної інформації, що надходить до цих органів або створюється ними у вигляді документів, визначає ефективність функціонування усіх складових систем державного управління. Для визначення впливу інформації на інноваційний розвиток регіону та економіки суспільства в цілому, постає необхідність відокремити поняття інновації та інформації. Під впливом формування глобальної економіки інноваційного типу інформація, як об'єкт наукового дослідження, набуває набагато ширшого значення, із розвитком науки зазнає постійних змін, а останнім часом, і економічних трансформацій. Інформація – це ключовий ресурс, який визначає основні аспекти успішної діяльності, вона перестає бути філософською категорією і набуває рис

загального поняття, що дає можливість розглядати її в різних аспектах, насамперед, у соціально-економічному.

Інновації змінюють не лише технологію виробництва та реалізацію високотехнологічної конкурентоспроможної продукції, але й впливають на дію економічних законів. Сьогодні такий підхід може бути прийнятним, оскільки регіон не просто місце взаємодії чинників виробництва з метою створення продукції, а складна соціально – економічна господарська система, яка функціонує в умовах жорсткого зовнішнього впливу та формує внутрішнє середовище з власною внутрішньою економікою, ресурсним забезпеченням, виробничим потенціалом, інформаційною інфраструктурою, інвестиційним та людським потенціалом, знаннями і досвідом людей тощо [1, с. 435].

З огляду на цей аспект, інформація набуває факторних ознак виробничих ресурсів, що має вартість та існує у вигляді продукту, бере участь в економічному обороті і здатна до відтворення. Останнім часом відбулося виведення інформації з розряду простого повідомлення чи предмету комунікацій, що робить її об'єктом наукового підходу і створює можливості розширення сфер застосування та реалізації інформації в життєдіяльності людини і суспільства, довкіллі, політичному та економічному стані, інноваційних та інвестиційних процесах. Інформація, новітні інформаційні технології впливають на потребу суттєво удосконалювати чинну структуру державних органів, систему зав'язків між ними, упорядковувати фінансові потоки та обсяги інформації в середовищі, провести експертизи щодо виявлення ефективних інноваційно-інвестиційних сучасних проектів. З розвитком науки утворюються і набувають розвитку інноваційні процеси, які є не тільки джерелом інновацій та економічного зростання, але й виконують роль фактору, який підвищує якість життя, задовольняючи існуючим та майбутнім потребам населення, є основою перспективного конкурентоспроможного розвитку та забезпечує безпеку держави. Окрім цього наука, яка носить активний пошуковий характер, виокремлює базу для формування науково-технологічної та соціально-економічної політики. Інформаційні технології впливають на стабільний соціально-економічний розвиток регіонів, сприяючи підвищенню продуктивності праці, формуванню моделі споживчої поведінки суспільства, орієнтованої на нові товари, послуги, виявленню джерел та рушійних сил розвитку, створенню нових робочих місць в різних галузях [2, с.98].

Ефективність і активність інноваційного процесу визначає розвиток виробництва з високими науково-ємними технологіями, застосуванням нових компетентних знань і вміння людей оцінювати сучасний стан і прогнозувати тенденції розвитку ситуації у сфері економіки в цілях постійного оновлення технологій, можливості трансформації окремих складових. Під інноваційним виробництвом розуміється форма підприємницької активності, яка пов'язана з розробкою та виходом нового продукту, технології, метода організації виробництва, маркетингового дослідження тощо. Вплив інформаційних технологій на розвиток регіону, як правило, є опосередкованим через покращення управління бізнес-процесами, підвищення компетентності працюючих, збільшення інвестиційних потоків, впровадження інноваційних програм, виявлення додаткових резервних ресурсів, підвищення економічного і науково-технічного потенціалу, економічну самоорганізованість, розвиток експортного потенціалу та транскордонної співпраці та багато іншого [1, с. 112]. Треба відмітити, що інформація сама по собі та володіння інформацією не створює конкурентних переваг, це лише потенціал реалізації економічного росту, а не реалізований ріст; але вона стала найдорожчим і надліквіднішим товаром, який приносить величезні прибутки тим країнам, які вирвалися вперед у інформаційних перегонах. Вона є змістом нового знання чи, власне, новим знанням, елементом інновацій та інноваційного розвитку, тоді, як

інновація існує, як продукт у вигляді інформаційних систем, інформаційних технологій, інтелектуальних систем. Така продукція інноваційного розвитку бере участь в економічному обороті, але не робить всі виробничі чинники продуктивними. Інновація, будучи створеною і відтвореною в межах організації, підприємства, робить всі виробничі чинники продуктивними, створює в процесі відтворення нове знання з метою впровадження в економічному обороті [3, с. 169].

Таким чином, інформація є матеріальною формою передачі нового знання. Новизна знання не може бути абсолютним поняттям, оскільки новизна знання поняття відносне і зіставне. Інформація, як нове знання є динамічною складовою новоствореної вартості, виступає стратегічним ресурсом, володіння яким, дає переваги та можливості, а нове знання, як елемент інноваційного розвитку є базою безперервного відтворення конкурентних переваг, якісного розвитку факторних складових виробничої діяльності.

Література:

1. Інноваційний розвиток промисловості України / [Волков О.І., Денисенко М.П., Гречан А.П. та ін.]; за ред. О.І. Волкова, М.П. Денисенко. – К.: КНТ, 2006. – 648 с.
2. Шапкин Г.П. Ценность информации. Вопросы теории и приложений. (Текст) / Г.П. Шапкин. – М.: Филоматис, 2004. – 128 с.
3. Інформаційне забезпечення державного та регіонального соціального управління: монографія / О.Г. Осауленко, О.Ф. Новикова, Н.С. Власенко, І.В. Калачева та ін. / НАН України Ін – т економіки пром. – ті; Держкомстат України. – Київ, 2004. – 656 с.

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО КЛАСИФІКАЦІЇ ДЕБІТОРСЬКОЇ ЗАБОРГОВАНОСТІ

Гринюк І.М.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Важливою групою оборотного капіталу є дебіторська заборгованість. Дебіторська заборгованість являє собою грошову категорію, яка позначає майбутні надходження грошових коштів від покупців (дебіторів), які, за своєю природою, є оборотним активом.

Проблематикою дебіторської заборгованості та розробленням нових підходів до її класифікації займалися такі науковці, як Бабіч В. В. [11], Белверд Е. Нідлс [1], Войнаренка М.П. [13], Гладких Т.В. [12], Голов С. Ф. [7], Дела М. [2], Кватирка П.Б. [14], Маріан Пауерс [1], Міхерда Б. [3], Огійчук М.Ф. [8], Орлова В. К. [9], Пачува Ч. [4], Романюк А.А. [15], Сюзен Б. Кроссон [1], Чалюк П. В. [10].

Матою даної статті є аналіз існуючих підходів до класифікації дебіторської заборгованості у США, Польщі та Україні.

Завданням даної статті є розроблення узагальненої класифікації дебіторської заборгованості.

Розглянемо підходи до визначення даного поняття у закордонній практиці. На думку Белверда І. Нідлеса, Маріани Пауерс та Сюзен Б. Кроссон [1] дебіторська заборгованість (accounts receivable) є юридично закріпленою вимогою сплати підприємству вартості поставлених товарів або послуг, які клієнт отримав, але не оплатив. Саме це визначення найчастіше зустрічається в працях американських науковців. Класифікують дебіторську заборгованість виключно за термінами непогашення (30, 60, 90, 120, 180, 240 та 360 днів). Поділ за джерелами виникнення не

притаманний американській практиці, такий поділ присутній тільки в процесі обліку боргів.

Говорячи про праці польських науковців, під дебіторською заборгованістю (*należność*) розуміють облікове право на отримання певного пільгового періоду для сплати грошових коштів або право фізичної чи юридичної особи на отримання вигоди в грошовій або натуральній формі, гарантоване угодою протягом певного часу і в межах певної суми, яка виникає внаслідок минулих подій, в результаті здійснення надання послуг іншій особі. Найбільш розповсюджено в є наступна класифікація дебіторської заборгованості:

- за термінами погашення: короткострокова та довгострокова;
- в залежності від розрахункової валюти: вітчизняні або іноземні;
- залежно від форми розрахунків: готівку або безготівкові;
- в залежності від дати оплати: прострочені чи непрострочені;
- в залежності від діяльності: для операційної, фінансової або інвестиційної;
- умовне або безумовне,
- залежно від співвідношення боржника: підлягає оскарженню або безперечна;
- в залежності від ступеня ризику: достовірна або недостовірна.
- в залежності від можливості одержання від боржника: застарілий, анульований, недосяжний [2-4]

Найчастіше у вітчизняній практиці використовуються визначення, дані у нормативних актах, зокрема П(С)БО 10 [5]. Дебіторська заборгованість - сума заборгованості дебіторів підприємству на певну дату. Дебітори – юридичні та фізичні особи, які внаслідок минулих подій заборгували підприємству певні суми грошових коштів, їх еквівалентів або інших активів.

Такі науковці, як Голов С.Ф. [7], Огійчук М.Ф. [8], Орлова В.К. [9], Чалюк П.В. [10] та інші в своїх працях використовують визначення, надане в П(С)БО 10, оскільки воно чітко і коротко визначає суть даного поняття. Проте, в літературі зустрічаються і інші визначення дебіторської заборгованості. Зокрема, Інструкція з обліку коштів, розрахунків та інших активів бюджетних установ [6] дає наступне визначення: «дебіторська заборгованість – фінансовий актив установи, що виникає унаслідок договірних відносин між двома юридичними особами, серед яких одна, що є власником активу, після настання відповідних умов угоди має право на отримання платежів, товарів, робіт та послуг».

Поняття «дебіторська заборгованість» зустрічається в інших законодавчих актах, в яких воно трактується в залежності від виду господарської діяльності, яку він регулює.

Дебіторська заборгованість за своїм змістом являється сумою коштів, яку повинно сплатити одне підприємство (постачальник) іншому (покупець) за відвантажену продукцію.

Нові підходи до групування дебіторської заборгованості за класифікаційними ознаками внесли такі науковці, як Бабіч В. В. [11], Гладких Т.В [12], Войнаренка М.П. [13], Кватирка П.Б. [14], Романюк А.А. [15].

На основі розроблених раніше класифікацій сформовано єдину узагальнену класифікацію дебіторської заборгованості з урахуванням найвагоміших класифікаційних ознак (рис. 1).

ДЕБІТОРСЬКА ЗАБОРГОВАНІСТЬ	За терміном погашення	Поточна	Поточна за товари, роботи, послуги
			Інша поточна
		Довгострокова	Заборгованість за майно, що передано у фінансову оренду
			Довгострокові векселі одержані
			Інша дебіторська заборгованість
	За об'єктом виникнення		Відстрочені податкові активи
		За товари, роботи, послуги	
		Інша	За виданими авансами
			З підзвітними особами
			З нарахованих доходів
			За претензіями
			З відшкодування завданих збитків
			За позиками членам кредитних спілок
			Іншими дебіторами
			З державними цільовими фондами
			За операціями з деривативами
	За наявністю забезпечення векселем	Забезпечена векселем	
		Незабезпечена векселем	
	За належністю до фінансових активів	Фінансовий актив	
		Не фінансовий актив	
	За надійністю погашення	Стандартна	Строк оплати якої не настав (строкова заборгованість)
			Не сплачена в строк (прострочена), існує впевненість у погашенні її боржником
		Сумнівна	Існує невпевненість у погашенні її боржником
	За причинами виникнення	Безнадійна	Немає впевненості у погашенні її боржником або закінчився строк позовної давності
		Виправдана	
		Невиправдана	
	За часовим аспектом (відповідно до фінансової звітності)	До 12 місяців	
		Від 12 до 18 місяців	
		Від 18 до 36 місяців	

Рисунок 1 – Класифікація дебіторської заборгованості

Джерело: систематизовано автором

Література:

1. Belverd E. Needles. Financial and Managerial Accounting, // Belverd E. Needles, Marian Powers, Susan V. Crosson. - 2010, p. 373
2. Dela M. Społeczno-ekonomiczne aspekty niewypłacalności i upadłości // Dela M. - Kwartalnik Prawo-Społeczeństwo-Ekonomia, nr 1, Stowarzyszenie Mage.pl, Poznań, 2016, s.19
3. Micherda B. Podstawy rachunkowości. Aspekty teoretyczne i praktyczne, // Micherda B. - Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2005
4. Paczuła Cz. Rachunkowość, finanse i bilanse w praktyce przedsiębiorstw // Paczuła Cz. - Wydawnictwo prawnicze LexisNexis, Warszawa, 2005
5. Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 10 «Дебіторська заборгованість» // Затверджено Наказом Міністерства фінансів України від 8 жовтня 1999 р. № 237: [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/>
6. Інструкція з обліку коштів, розрахунків та інших активів бюджетних установ // Затверджено Наказ Державного казначейства України 26.12.2003 N 242: [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/>
7. Голов С. Ф. Фінансовий облік: Підручник / С. Ф. Голов, В. М. Костюченко, І. Ю. Кравченко, Г. А. Ямборко К.: Лібра, 2005. - 976 с.
8. Огійчук М.Ф. Фінансовий та управлінський облік за національними стандартами: Підручник / М. Ф. Огійчук, В. Я. Плаксієнко, М. І. Беленкова та ін. / За ред. проф. М. Ф. Огійчука. - 6-те вид., перероб. і допов. - К.: Алерта, 2011. - 1042 с.
9. Орлова В. К. Основи бухгалтерського обліку: Навчальний посібник. / В.К.Орлова - Івано-Франківськ: Факел, 2006. - 295 с., Орлова В. К. Бухгалтерський облік: Навчальний посібник / Орлова В. К., Савич В. І. 2-ге видання. - Центр навчальної літератури, 2004
10. Чалюк П. В. Бухгалтерський облік в 2 частинах: Навчальний посібник / П. В. Чалюк, Л. Я. Швейкіна, Л. В. Чаплигіна. – Вінницький національний технічний університет. Електронний ресурс. - Режим доступу: http://posibnyky.vntu.edu.ua/buh_ob/buhg_2/zmist.htm
11. Бабіч В. В. Фінансовий облік (облік активів): Навчальний посібник / Бабіч В. В., Сагова С. В.— К.: КНЕУ, 2006. — 282 с.
12. Гладких Т.В. Фінансовий облік: Навчальний Посібник / Гладких Т.В - К.: Центр навчальної літератури, 2007. - 480 с.
13. Войнаренка М.П. Системи обліку в Україні: трансформація до міжнародної практики: монографія / М.П. Войнаренка. - К.: Наукова думка, 2002. - 718 с
14. Кватирка П.Б. Класифікація дебіторської заборгованості та її вдосконалення / П. Б. Кватирка // Вісник Хмельницького національного університету. - 2005. - № 4. - С. 87-90.
15. Романюк А.А. Управління дебіторською заборгованістю як фактор впливу на ефективність фінансової діяльності підприємства // Вісник Хмельницького національного університету / А.А. Романюк. - 2006. - № 6. Т.2. - С. 73 – 78

АНКЕТУВАННЯ, ЯК ТЕХНОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ АНАЛІЗУ ПРОБЛЕМ РОЗВИТКУ ОБ'ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД НА СХОДІ УКРАЇНИ

Заблудська І.В.¹. д.е.н., професор, Саєнко П.О.² здобувач

¹Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

²Інститут економіко-правових досліджень НАН України

На сучасному етапі децентралізації влади в Україні актуальними є проблеми розвитку об'єднаних територіальних громад, які діють в умовах вдосконалення законодавства з питань децентралізації на підставі політичних, економічних, соціальних та історичних традицій [1, с.82]. З огляду на це, доречно та важливо проведення аналізу проблем розвитку об'єднаних територіальних громад на сході України. Бо саме на сході

країни найгостріші усі проблеми через проведення АТО.

Тому метою дослідження є визначення сучасних наробок щодо проведення аналізу проблем розвитку об'єднаних територіальних громад на сході України, а завданням є визначення інструменту цього аналізу.

Для вирішення проблем розвитку об'єднаних територіальних громад на сході України Інститутом економіко-правових досліджень НАН України та Представництво Фонду Фрідріха Еберта в м. Київ було погоджено проект спільної діяльності під робочою назвою «Досвід об'єднання територіальних громад на Сході України: економіко-правові аспекти». В основі реалізації проекту знаходяться емпіричні методи досліджень, такі як анкетування та інтерв'ювання мерів, управлінців, бізнесменів та інших громадян, а також кабінетні дослідження науковців. Головною метою проекту є вивчення наслідків впровадження пакету реформ у сфері децентралізації, які Україна почала у 2015 році, з особливим акцентом уваги на хід їх реалізації в областях Східної і Південно-Східної України [2].

Анкета

Шановний респонденте!

з метою вирішення проблем розвитку об'єднаних територіальних громад на сході України за підтримки Фонду Фрідріха Еберта просимо обґрунтовано відповісти на запитання і надати інформацію про себе:

Чи призвело створення ОТГ до збільшення участі громадян у вирішенні питань їх життєдіяльності на місцевому рівні? Яким чином?

Чи поліпшується кількість та якість комунальних послуг у зв'язку зі створення ОТГ? Яких саме послуг?

Чи належним чином надходять державні фінанси, передбачені новим законодавством? Якщо ні, то чому? На які цілі надходять кошти?

Чи належним чином сформульовані норми відповідних законів для більш ефективного забезпечення реалізації потреб ОТГ?

Яку об'єднану (або перспективну) територіальну громаду **Ви** представляєте?

Яку посаду в об'єднаній територіальній громаді **Ви** займаєте (будете займати)?

У якій сфері ви працюєте (працювали)?

Ваша стат'я _____ Ваш вік _____ Ваша освіта _____

Для проведення ґрунтового та якісного аналізу проблем розвитку об'єднаних територіальних громад України пропонується використання саме технології анкетування. У цьому зв'язку було розроблено анкету, яку подано нижче. Дослідження стосуватимуться територіальних громад, що вже об'єднані або є кандидатами на об'єднання, які розглядатимуться як приклади для вивчення ефективності зусиль Уряду України щодо децентралізації на місцях.

Після реформи в Луганській області планується створити 24 об'єднані територіальні громади. Станом на сьогодні в області створено Білокуракинську, Новопсковську і Чмирівську територіальні громади. Тому анкетування буде проведено безпосередньо саме у створених громадах.

Проведене анкетування, дозволить фахівцям-науковцям визначити основні перешкоди у розвитку об'єднаних територіальних громад та надати пропозиції щодо їх вирішення враховуючи досвід Німеччини в цих питаннях.

Література

1. Децентралізація публічної влади: досвід європейських країн та перспективи України / [Бориславська О. М., Заверуха І. Б., Школик А. М. та ін.]; Центр політико-правових реформ. – К., Москаленко О. М., 2012. – 212 с.

2. Сайт Інституту економіко-правових досліджень НАН України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.iepd.kiev.ua/?page_id=5783

"КЛІПОВА СВІДОМІСТЬ" І КРЕАТИВНА ЕКОНОМІКА

Шляхова Т. В., к.ф.-м. н., доцент

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

*«Логіка приведе вас з пункту А в пункт Б,
а уява приведе куди завгодно»*

Альберт Ейнштейн

Сучасний етап розвитку інформаційної цивілізації потребує від кожної країни відповідної перебудови системи використання новітніх досягнень інформаційних технологій. Один з важливих компонентів цієї перебудови — підготовка кадрів, що володіють уміннями і навичками пошуку, обробки й аналізу економічної інформації.

Потужність сьогоденної економіки визначається не запасами сировини в надрах і кількістю заводів — це економіка людського капіталу, інновацій і технологій.

Креативна економіка або економіка знань — це особливий сектор економіки, що ґрунтується на інтелектуальній діяльності. Основними характеристиками креативної економіки є: - висока роль нових технологій і відкриттів в різних областях; - великий обсяг вже існуючих знань і гостра необхідність генерації нових.

Сучасні світ і час змінилися. Зараз усі процеси протікають куди швидше і, як прогноз погоди, постійно змінюються, а услід за ними змінюється і сенс інформації, що сприймається. Сучасна швидкість зміни подій занадто велика, щоб її можна було осягнути з легкістю, не маючи при цьому адаптованого мислення і свідомості.

Реакцією на дії інформаційного середовища стало нове явище - "кліпове мислення", як спосіб адаптації людини до нових інформаційних умов.

Сліп це відрізок, фрагмент, частина контексту, вирвана із загальної картини світу. Сам термін «кліпове мислення» з'явився в 90-ті роки минулого століття. Він був потрібен всього лише як позначення вміння людини сприймати навколишній світ у формі коротких яскравих подій, не вдаючись у деталі.

Однак сьогодні вчені стурбовані питанням, чи це добре. Власне, практично вся сучасна молодь так і мислить.

Однозначного визначення «кліпового мислення» немає, але з вищесказаного слідує, що «кліпове мислення» — це процес відображення безлічі різноманітних властивостей

об'єктів, без урахування зв'язків між ними, що характеризується фрагментарністю інформаційного потоку, алогічністю, повною різномірністю інформації, що поступає, високою швидкістю перемикавання між частинами, фрагментами інформації, відсутністю цілісної картини сприйняття навколишнього світу.

Протилежним до розглянутого мислення є критичне (понятійне). Воно навпаки допомагає застосувати зважений підхід до будь-яких тверджень. Зокрема людині, яка володіє критичним мисленням, притаманне вміння не приймати нічого на віру без доказів. Таким чином даний спосіб мислення, на відміну від «кліповіка», вміє відокремлювати головне, аналізувати та на основі аналізу приймати рішення.

Але вектор глобального розвитку такий, що уміння швидко зорієнтуватися в масі різнобічних і частенько суперечливих відомостей, використовуючи максимум додаткових джерел, набагато важливіше, ніж здатність вдумливо проаналізувати першоджерело за цю ж кількість часу. Знайти рішення, яке б працювало, щоб нічого не зупинилося, та скоріше, завтра вже буде пізно – ось девіз сучасного часу.

«Кліпова свідомість» і креативна економіка - реалії нашого світу.

Як уживаються між собою ці, здавалося б, різні поняття, як вони впливають один на одного? У 2007 році McKinsey&Company – міжнародна консалтингова компанія, що спеціалізується на рішенні завдань, пов'язаних із стратегічним управлінням, проводила дослідження, які показали, що в США і Великобританії в 75 випадках найважливішою і визначальною якістю працівника є його здатність приймати самостійні рішення і діяти відповідно.

На цьому і будується креативна сучасна економіка, як на глобальному рівні, так і у рамках локального підприємства, що по суті є дискурсом словесно-логічного мислення. Про те, ще одна «ланка» цього мислення - кібернетика, передбачила (а може, частково, і зумовила?), що на зміну "космічної" епохи приходить інформаційна ера. І одним з перших її плодів є "згортання" словесно-логічного і підміна наочно-образним мисленням – «кліповим».

Ми живемо в епоху великих змін і як стверджує Джон Хокинс, креативна економіка буде переважаючою формою економіки в ХХІ столітті, і для цього існують вагомі причини. «Кліпова свідомість» грає важливу роль в розвитку цього напрямку економіки, адже потрібна генерація нових знань в умовах способів передавання інформації і способів її сприйняття, що змінюються. «Кліпова свідомість» допомагає людині засвоювати необхідний об'єм потрібної інформації і втілювати свої творчі ідеї, в яких і полягає майбутнє креативності.

Так, для формування економіки знань у сучасних умовах необхідно розвивати інноваційне мислення, але воно повинно бути ланкою ланцюжка сучасних способів мислення людини. Тобто, необхідна взаємодія кліпового, критичного та креативного мислення, підґрунтям яких повинні стати так зване «понятійне».

Немає сенсу жаяхатися та з ностальгією згадувати старі добрі часи і здіймати руки до неба. Саморегуляція візьме своє.

Немає проблем «кліпового мислення», є проблема в навчанні людини сприйняття інформації. Людина, яка може правильно і швидко розпоряджатися інформацією зможе бути по-справжньому успішною.

Власне нічого нового. Це було завжди.

Різниця лише у кількості інформації яку треба відфільтрувати і розсортувати і розкласти по полицях власного мозку. Хто краще всього уміє це робити? Напевно правильно припустити, що це ті, хто добився найбільш вражаючих успіхів і стоїть на самому верху людської ієрархії - президенти, релігійні лідери, власники всесвітніх корпорацій. Як же мислять вони?

Якщо змалювати деякий зріз суспільства, то картина буде наступною. Люди з чисто понятійним мисленням, а це вчені і викладачі (притаманне по роду своєї діяльності) знаходяться в самому низу кар'єрних сходів.

Вище, в багатолюдному серединці суспільства знаходяться ті, хто має навички «кліпового мислення». Причому знизу ті, у кого він розвинений слабо, а вище що найбільш пристосувалися до нового навколишнього інформаційного світу.

А от далі відбувається дуже цікава річ. Люди, які знаходяться на вершині влади зовсім не найбільші «кліповики», як можна було б подумати. Це «понятійщики», які в критичний момент вистрілюють сплеском яскравого стрімкого «кліпового мислення».

І найголовніше, якщо докласти зусилля, то цьому дійсно можна навчитися.

1. Клиповое мышление [Электронный ресурс]. – <http://shkolazhizni.ru>

2. "Креативна економіка" [Электронный ресурс]. – <http://www.creativecities.org.ua>.

УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Сухарева Т. В.

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Метою статті є аналіз системи управління підприємством в сучасних умовах, виявлення основних проблем та перспектив розвитку.

У ході дослідження було використано методи теоретичного узагальнення й порівняння; методи логічного узагальнення; економіко-статистичні методи.

Під час проведення дослідження було виявлено, що особливості системи управління підприємством на сучасному етапі тісно пов'язані зі змінами стратегічних орієнтирів в їх діяльності. Основними економічними цілями підприємства в ринкових умовах є підвищення ефективності виробництва, максимізація прибутку, здобуття нових ринків збуту та задоволення потреб колективу. Від управлінської майстерності керівництва в значній мірі залежить ефективна робота підприємства. Саме від керівника, його економічної та технічної обізнаності, вміння керувати колективом залежить успіх діяльності підприємства.

В даний час українські підприємства здійснюють свою діяльність в умовах жорсткої конкуренції і нестабільного зовнішнього середовища. Розвиток ринкових відносин спонукає сучасний менеджмент до змін сформованих стереотипів господарювання. Крім того, додатковими мотивами до змін виступають невизначеність, нестабільність політичної, економічної та соціальної ситуації у країні. У підсумку, вище перераховані чинники є головною причиною частой зміни завдань, які стоять перед підприємством, зміни пріоритетів його діяльності. Для того, щоб підприємство «утрималося на плаву», успішно функціонувало та приносило прибуток, керівнику необхідно володіти управлінською майстерністю.

Згідно з даними світової статистики, протягом перших п'яти років припиняють свою діяльність 75% всіх новостворених підприємств, а в наступні п'ять років - 85% підприємств, які вижили в перші п'ять років [2]. З цього можна зробити висновок, що досягнення ефективного стратегічного управління є досить складним завданням. Щоб домогтися ефективного стратегічного управління необхідно знати основні закони управління та володіти управлінськими технологіями. Першочерговим завданням є поліпшення якості стратегічного управління. Без нього неможливе забезпечення ефективного управління сучасним підприємством.

Одним з найважливіших принципів управління сучасним підприємством є те, що обрана стратегія повинна бути унікальною. Фахівці стверджують, що тільки ретельно продумана та забезпечена всіма ресурсами стратегія розвитку підприємства, в результаті дасть можливість зайняти лідерську позицію на внутрішньому ринку країни. Варто

враховувати і те, що на даний момент лідерська позиція на ринку збуту є одним з важливих показників економічного успіху підприємства.

Однією з найголовніших завдань кожного керівника підприємства є виробництво конкурентоспроможної продукції. Тобто необхідно забезпечити високий рівень якості продукції при невисокій собівартості. Рівень собівартості повинен бути нижчим, ніж у конкурентів. Для цього необхідно:

- забезпечити виробництво продукції сировиною високої якості;
- впровадити високоефективні технологічні лінії й обладнання, за допомогою яких буде вироблятися продукція високої якості;
- підбір кваліфікованого персоналу, здатного виготовляти продукцію високої якості з урахуванням роботи на складному сучасному обладнанні;
- реалізація виробленої на підприємстві продукції [1].

Професійний менеджмент проводить аналіз сформованого на підприємстві положення. Метою даного аналізу є всебічна оцінка його діяльності. Це допоможе керівництву виявити та ліквідувати слабкі місця, які не дають виготовляти високоякісну продукцію.

Одним з методів аналізу господарської діяльності підприємства є SWOT-аналіз. SWOT-аналіз - це метод стратегічного планування, що полягає у виявленні факторів внутрішнього і зовнішнього середовища організації. Даний метод дає можливість чітко визначити слабкі та сильні сторони діяльності організації, загрози і можливості, які її чекають в найближчому майбутньому.

Основне правило стратегічного управління полягає в тому, що раніше розроблена на підприємстві стратегія не повинна бути постійною. Вона завжди підлягає коригуванню, коли відбуваються зміни на ринках збуту або в зовнішньому середовищі. Стратегічне управління дозволяє своєчасно адаптувати стратегію розвитку підприємства до реалій, які постійно змінюються. Саме воно дозволить підприємству вижити та ефективно працювати в жорстких умовах ринкової економіки.

У сучасних ринкових умовах мета та задачі підприємства повинні бути ретельно розраховані та підкріплені функціональними стратегіями. Для досягнення основних цілей керівництву необхідно вирішити питання щодо забезпечення необхідними ресурсами, визначити терміни виконання та виконавців. Рішення повинні прийматися з урахуванням реакції на зміни зовнішнього середовища.

Висока якість виробленої продукції є одним з основних стратегічних цілей будь-якої організації. На підприємствах, які успішно та ефективно ведуть свою діяльність, постійно проводиться моніторинг якості продукції. Він дозволяє організації визначити конкурентоспроможність готової продукції, здійснювати контроль за тим, щоб своєчасно було вжито заходів при виявленні небажаних відхилень [3].

В сучасних умовах не можна обмежуватися тільки контролем та управлінням якості продукції. Керівництву варто враховувати зміни, які відбуваються на ринку збуту, у зовнішньому середовищі та відповідно коригувати прийняті стратегічні рішення.

Ще однією важливою умовою ефективного функціонування підприємства є те, що система управління повинна постійно вдосконалюватися. Це означає, що вона повинна постійно змінюватися. Фахівці з управління якістю стверджують, що реорганізація системи управління на підприємстві повинна проводитися один раз в чотири роки. При цьому необхідні корективи в її роботу повинні вноситися щорічно. Дотримуючись цих рекомендацій, система управління підприємством буде гнучкою, ефективною та здатною здійснювати стратегічне управління.

Крім того, однією з найголовніших умов досягнення успіху при стратегічному управлінні є відмова від праці «за шаблоном» і відхилення від стандартів та догм.

Управління діяльністю підприємства є творчим процесом, який повинен коригуватися при будь-яких змінах у внутрішньому та зовнішньому середовищах.

Література

1. Дашков Л.П. Організація, технологія і проектування торговельних підприємств: підручник для студ. вузів / Л.П. Дашков, В.К. Памбухчі-Янц. - 7-е изд. - М.: Дашков і К*, 2006. - 520 с.
2. Рубін Ю. Б. Основи бізнесу: підручник / Ю. Б. Рубін. - 13-е изд. - М.: МФПУ Синергія, 2012. - 320 с.
3. Шамшура Е.А. Система управління економічним розвитком сучасного підприємства / Науково-теоретичний і виробничий журнал. - 2015.- № 1. - С.14-16.

КООРДИНАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ, ОРГАНІЗАЦІЙ, УСТАНОВ ЗАДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНУ

Семененко І.М., к.е.н., доц.; Галгаш Р.А., к.е.н., доц.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Трансформаційні процеси, які відбуваються в Україні, з одного боку, значно впливають на економічний стан країни, з іншого боку, створюють передумови для розвитку міцного громадянського суспільства, а також для сталого розвитку як самої країни, так і її окремих регіонів.

Луганський регіон є одним з найбільш постраждалих регіонів України, який втратив значну частину промисловості і практично перетворився з індустріального в аграрний. Велика кількість підприємств і організацій, розуміючи можливість функціонування і розвитку лише в рамках правового і культурного простору України, змушені були переміститися на підконтрольні уряду України території і продовжувати, а іноді і починати заново, свою діяльність з мінімальними наявними ресурсами. В даний час ситуація в Луганській області характеризується глибокими кризовими явищами, втратою значних зв'язків між суб'єктами господарювання.

Способи управління, які до останнього часу існували на всіх рівнях економіки, вже не можуть забезпечити результативне, і навіть досить необхідне функціонування економічних систем різного рівня. Внаслідок цього у забезпеченні сталого розвитку посилюється роль процесів комунікації.

Сьогодні в Луганській області функціонують представництва значної кількості міжнародних організацій: Програма Розвитку ООН та інші агентства ООН, Організація з безпеки і співробітництва в Європі, Міжнародна організація з міграції, Mercy Corps, USAID, Норвезька рада у справах біженців, Данська рада у справах біженців, Данська група з розмінування та інші. Організації міжнародної технічної допомоги здійснюють моніторинг ситуації в регіоні, допомагають складати програми розвитку і деталізовані плани дій для суб'єктів управління різного рівня (адміністрацій, підприємств, асоціацій), виділяють кошти (донорську допомогу) для реалізації певних проектів. Кошти, що виділяються іноземними донорами, мають цільове призначення, і дуже часто їх освоєння пов'язано з певними процедурами і необхідністю участі певного кола установ і організацій. Тому важливою складовою для подальшого сталого розвитку регіону є здійснення стратегічної координації діяльності представників бізнесу, влади, університетів, недержавних організацій, міжнародних організацій.

На початку 2016 року відбулось перше засідання Робочої групи з актуалізації Стратегії розвитку Луганської області до 2020 року. Більшість учасників обговорення зійшлися на думці, що в даний час Стратегія області вимагає внесення змін і коригувань на підставі спільної співпраці різних установ. Зараз в Луганській області у зв'язку з антитерористичною операцією не лише зруйновані логістичні та коопераційні зв'язки підприємств і організацій всіх форм власності, а й відсутня єдина система збору та

аналізу інформації про потреби жителів місцевих громад, що не дозволяє ефективно спланувати роботу за напрямками соціально-економічного розвитку в регіоні.

Існуючі об'єктивні умови, які склалися в Луганській області, не лише не сприяють розвитку, а іноді призводять до розчарування жителів громад, зводять до мінімуму мотиви і стимули для найбільш активної та працездатної частини місцевого населення та переміщених осіб. У зв'язку з цим існує небезпека значного відтоку молоді та працездатного населення в інші регіони і значної втрати вже найближчим часом Луганською областю свого трудового потенціалу. У той же час, сьогодні ще є можливість залучити ініціативні групи і групи патріотів на місцевому рівні, які хочуть і можуть організувати роботу з реалізації головних принципів децентралізації влади в Луганській області.

Децентралізація можлива лише на основі розвитку активності в місцевих громадах, але, на жаль, навіть при наявності ініціативи, активні громадяни ще не мають достатньо досвіду та ресурсів для здійснення результативної діяльності. Тому необхідне залучення широкого кола учасників до інформаційної, просвітницької, дослідницької та іншої роботи у місцевих громадах, що в цілому повинно стати інструментом підвищення впевненості жителів у власних силах і в можливостях регіону.

Для стимулювання сталого розвитку Луганської області необхідно постійне стратегічне партнерство органів влади, громадських організацій, наукових та освітніх установ, представників бізнесу, міжнародних організацій.

Сьогодні в Луганській області вже є певні організаційні передумови для формування сталих партнерських відносин між різними організаціями: налагоджується партнерство між університетом, місцевими органами влади, міжнародними організаціями та підприємствами. Зокрема, для проведення цієї роботи вже частково використовується кадровий і науковий потенціал Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, який був евакуйований у 2014 році на підконтрольну територію України (м.Сєвєродонецьк). Університет має значний потенціал розвитку, про що свідчить активна участь ініціативних груп університету в просвітницькій і громадській діяльності в Луганській області. В університеті сконцентрована значна кількість фахівців-дослідників у багатьох сферах життєдіяльності: економіки і управління, соціальної роботи, медіації та конфліктології, права, психології, ІТ-технологій, екології, соціології, хімії та багатьох інших. Зараз університет плідно співпрацює з органами державної влади та міжнародними організаціями.

Застосування ефективної, гнучкої та апробованої технології досліджень і стратегічного планування саме в міжнародних проектах дає позитивні результати на тривалу перспективу, оскільки в їх основі лежить пошук ініціатив на рівні місцевих громад, допомога в оформленні цих ініціатив, їх реалізації і сприянні в накопиченні власного досвіду на рівні місцевої громади, який буде використовуватися у подальшому вже самостійно і без зовнішньої підтримки.

Сьогодні науково-дослідний персонал і студентський актив університетів є одним з недостатньо використовуваних важелів сприяння поширенню кращих регіональних практик та ініціатив в області. Всебічне залучення потужного науково-дослідного потенціалу університетів до процесів розвитку громад вимагає, звичайно, певних фінансових, інформаційних та інших ресурсів. З метою залучення таких ресурсів Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля постійно перебуває в процесі пошуку і налагодження відносин з різними міжнародними організаціями-донорами.

З урахуванням потреб суспільства і регіону в цілому, і університету як організації, зацікавленої в збереженні та відтворенні виробничого і людського капіталу області, на

підставі досвіду успішної багатосторонньої взаємодії і з метою сприяння формуванню успішної основи майбутньої співпраці університету з організаціями міжнародної технічної допомоги, можлива організація стратегічної координації діяльності представників бізнесу, влади, освітніх установ і міжнародних організацій. Стратегічна координація всіх установ, підприємств, організацій буде впливати на результативність їх функціонування в регіоні і, таким чином, на сталий розвиток самого регіону.

О ПРОБЛЕМЕ НЕПЛАТЕЖЕЙ КЛИЕНТОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СФЕРЫ РЕСТОРАННОГО ХОЗЯЙСТВА

Сошникова А.С., Ткаченко Н.Э., к.э.н., доц.

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

Сфера ресторанного хозяйства в Украине является одной из перспективных и стабильно развивающихся, несмотря на взлеты и падения, присущие ей. Постоянно открываются новые заведения в этой сфере, при этом часть уже действующих, не выдерживая конкурентных условий и кризисов, закрывается, что тоже считается нормальным, ведь в среднем ресторанная сеть имеет пятилетний жизненный цикл.

В среднем прибыль рестораторов за прошедшие два года сократилась вдвое, хотя выручка и выросла на 15-30% из-за инфляции. И в то же время рестораторы настроены достаточно оптимистично: говорят, вдохновляют снизившийся в 2015-м темп закрытий заведений и накрывшая города-лидеры рынка волна открытий [1].

В своей работе владельцы ресторанного бизнеса сталкиваются с массой проблем, многие из которых освещаются в профессиональной литературе и прессе. Некоторые же рассматриваются редко, считая их, в какой-то мере, внутренней информацией, не подлежащей разглашению. Одной из таких внутренних проблем является неуплата по счетам клиентами за предоставляемые услуги.

Проблема неуплаты клиентов по счетам более актуальна для небольших заведений ресторанного хозяйства. Чаще всего, с ней сталкиваются те заведения, которые по тем или иным причинам, не имеют собственной охраны. Как правило, ответственность за неоплату по счетам ложится на плечи персонала, ведь «клиент всегда прав». Поэтому, данная проблема, оказывается проблемой персонала, а понесенные убытки перекладываются на плечи сотрудников, вернее на их кошельки. Сами же рестораторы не считают это проблемой и не боятся нечестных посетителей.

Как отмечает коммерческий директор Школы метрдотелей и официантов Андрей Ушаков, неуплата счета – это казус довольно редкий, обычно бывает, что посетители уходят из ресторана, просто не дождавшись, пока к ним подойдет официант со счетом. Тогда ущерб вычитается из зарплаты смены [2]. Бывают случаи, когда клиент демонстративно отказывается платить, настаивая на отсутствии денег. Если такая ситуация складывается при проведении банкета, то чаще всего, спрашивают уже с менеджера, администратора, который оформлял договор на обслуживание. Бывает, что итоговая сумма оказывается больше запланированной, тогда посетитель чувствует себя обманутым и по мнению руководства, исходя из принципа «клиент всегда прав», виноват персонал. Или в ситуации, когда одиночный посетитель заказывал самые дорогие напитки, живую музыку и т.п., а в результате не заплатил, несет ответственность опять же менеджер, который ничего не заподозрил. В итоге, получается, что это проблема персонала, а не рестораторов, потому она умалчивается.

В рамках исследования представляет интерес выявить характеристики клиентов-неплательщиков, рассмотреть причины, побуждающие их к такому поведению.

На основании проведенных наблюдений и опросов авторов, в ряде заведений ресторанного бизнеса г. Северодонецк, 5% из 100% счетов являются неоплаченными.

Посетителями, не оплатившими свой счет, являются люди самых разных возрастных категорий и слоев населения.

В результате исследований было выделено 4 группы клиентов-неплательщиков:

1) Лица, имеющие возможность оплатить счет, но не имеющие желания. Такие люди зачастую выделяются нахальным и грубым стилем в общении с персоналом заведения, так как мотивируют это тем, что они никому и ни чем не обязаны, и следовательно, оплачивать счет или нет решают сами. Такие люди отвергают общепринятые нормы поведения, за счет такого своенравного поведения повышают свою самооценку.

2) Молодые люди 16-25 лет, которыми движет чувство азарта, и действующими из интереса, спора, которые испытывают себя и других таким образом, и проверяют, получится ли уйти, не оплатив счет, или нет. Они стремятся навязать миру собственный порядок, пытаются выйти за границы сложившихся структур. Именно поэтому они склонны к риску и опасным поступкам.

3) Посетители, случайно забывшие оплатить счет. Они приходят большими компаниями или по одному человеку. Как правило, такие посетители попадают в такую ситуацию случайно, в результате стечения обстоятельств, действует необдуманно, ситуативно. Основная причина – забывчивость, спешка, невнимательность.

4) Безнадежные гости. Чаще всего, лица, попавшие в данную группу, не имеют материальных средств и руководствуются прямыми потребностями человека в пище. Встречаются крайне редко. Причиной подобного поведения являются алкоголизм, безработица и т.д.

Поиск психологических причин неуплаты по счетам клиентов, выявление мотивов поведения, особенно проявляющихся в первой и во второй группе клиентов-неплательщиков, и характеризующихся преднамеренным, не обусловленным удовлетворением жизненно важных потребностей поведением, на наш взгляд, следует искать в причинах девиантного поведения.

Термин «девиация» (лат. *deviācia* – отклонение) означает отличное от нормы поведения человека или социальной группы. С социальной точки зрения, девиантное поведение формируется сочетанием социальных и психологических факторов, среди которых решающая роль принадлежит воздействию внешней среды [3].

По мнению родоначальника социологического объяснения девиантности, Эмиля Дюркгейма, создавшего теорию аномии, в основе девиантного поведения лежит аномия. Аномия – это безнормность, отсутствие регуляторов поведения, это состояние социальной дезорганизации, когда социальные ценности и нормы становятся неустойчивыми, текучими, противоречивыми. Например, когда происходит быстрая смена социальных норм (революция, урбанизация). В этой ситуации люди дезориентируются, так как старые нормы скомпрометированы, отринуты, а новые далеко еще не всем известны, не осознаны, не приняты и не испытаны на практике [3].

Большинство людей нарушают какие-либо социальные нормы. Например, правила дорожного движения при переходе улицы или сон на лекциях, подсматривание на экзаменах. Но их не считают девиантами. Социологи называют такое поведение «первичной девиацией». Но вот привод в милицию, возбуждение уголовного дела, отчисление из академии ставят на человеке стигму, ярлык девианта. Это уже «вторичная девиация» [3].

Следует отметить, что не оплачивая по счетам, клиент ресторана или другого заведения может привлекаться к ответственности правоохранительными органами, и, соответственно своим антисоциальным поведением, он попадает в группу «вторичной девиации.»

Роберт Мертон розвивав теорію аномії Еміля Дюркгейма. Он считал причиною девиантного поведіння розрив между цінностями, диктуємыми людям обществом, и социально одобряемыми средствами их достижения. В результате этого разрыва нарушается равновесие между жизненными целями людей и допустимыми средствами их достижения. Появляются люди-девианты, прокладывающие путь к цели не одобренными обществом средствами. Другой формой девиации, является так называемая преступность без жертв. Это такие виды преступлений как проституция, наркомания, азартные игры. Несмотря на то, что общество относится к ним более терпимо, чем к тяжким преступлениям, социологи ищут возможности по их ограничению и сокращению [3].

Исходя из положений теорий Р. Мертона и Э. Дюркгейма, можно сделать вывод, что поведение клиентов, не оплачивающих по счетам за услуги, которые предоставляют в сфере ресторанного хозяйства, можно отнести к одной из форм девиантного поведения личности или группы лиц.

Таким образом, проведенное исследование позволило обосновать проблему неплатежей клиентов на предприятиях сферы ресторанного хозяйства, выявить основные группы клиентов-неплательщиков и дать их характеристики, рассмотреть поведение лиц, не оплачивающих по счетам, как одну из форм девиантного поведения.

Дальнейшее исследование клиентов-неплательщиков с позиций девиантного поведения, позволит выявить предрасположенность человека к антисоциальному поведению в заведениях ресторанного хозяйства, углубить характеристики выделенных проблемных групп клиентов, выявить мотивы их антисоциального поведения, что, во многом, будет способствовать предупреждению и предотвращению неуплаты по счетам клиентов в заведениях ресторанного хозяйства.

Литература

1. Кризис со вкусом: ресторанный рынок — итоги, прогнозы, тренды [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://delo.ua/lifestyle/krizis-so-vkusom-restorannyj-rynok-itogi-prognozy-trendy-312948/?updated_new=1491142914
2. Астафьева Н. Что бывает тем, кто не платит за обед в петербургских ресторанах [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.online812.ru/2012/02/24/007/>
3. Кухарчук, Д. В. Социология : краткий курс лекций / Д. В. Кухарчук. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 192 с. — Серия : Хочу все сдать!

СУТНІСТЬ ОЦІНКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Піддубна К.О., Швець Н.В., доцент, к.е.н., доцент

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Однією з актуальних сучасних проблем економіки України є ефективне використання енергетичних ресурсів. Вітчизняна продукція характеризується як енергоємна, що є наслідком відставання у темпах оновлення обладнання промислових підприємств, впровадження новітніх технологій, а також тінізації та незадовільної галузевої структури національної економіки. Зростання цін на енергоносії посилює загрозу негативних змін в економіці, падіння рентабельності виробництва, зменшення частки промисловості у ВВП та переваги цінової конкурентоспроможності імпортованої продукції щодо продукції вітчизняних виробників. Отже, сучасний розвиток вітчизняних промислових підприємств повинен бути націлений на ефективне використання енергетичних ресурсів, в основі якого лежить мінімізація споживання енергетичного ресурсу при отриманні позитивного ефекту. Цей напрям розвитку зазначено також в новій енергетичній стратегії України до 2030 р. Відповідно до розрахунків і висновків фахівців прогнозований потенціал енергозбереження за рахунок ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), складає 51,3% [1].

Забезпечення оптимального використання енергоресурсів вимагає проведення оцінки економічної ефективності їх використання.

Метою даного дослідження є розгляд існуючих в сучасній практиці методик оцінки енергоефективності з урахуванням галузевої специфіки діяльності підприємств.

Аналіз запропонованих в літературі методик показав, що вони загалом базуються на використанні показників енергоефективності, їх нормуванні, порівнянні їх поточних або прогнозованих значень із граничними значеннями. Однак, для визначення основних показників енергоефективності промислового підприємства використовуються методи експертних оцінок.

Підвищення енергоефективності на підприємстві підвищує доходи підприємства і разом з тим приносить такі результати як: заощадження коштів, що забезпечує зростання конкурентоспроможності підприємства, особливо при зростанні цін на енергоносії; збільшення продуктивності через удосконалення виробничих процесів, що пов'язані із способом використання енергії; встановлення квот на викиди, що дозволяє знизити залежність від цін на енергоносії, зменшити ризики компанії, що, в свою чергу, підвищує вартість підприємства; скорочення викидів у навколишнє середовище, через що покращується екологічний стан, а з ним – імідж підприємства. Під економічною ефективністю використання енергії та паливно-енергетичних витрат розуміється здатність системи енергопостачання (СЕП) у процесі функціонування створювати економічний ефект (потенційна ефективність) і реальне створення такого ефекту (фактична ефективність). Кількісна характеристика СЕП з погляду зіставлення витрат і результатів функціонування, дозволяє оцінити ефективність однієї системи в різних умовах, порівнювати ефективність різних систем між собою, визначити економічний ефект за визначений період [3]. Здійснення оцінки економічної ефективності використання енергоресурсів потребує розрахунку коефіцієнту енергоефективності, який обчислюється за формулою:

$$K_{ен.} = \frac{R}{C}$$

де R – результат або ефект від здійснення енергозберігаючих заходів, грн.; C – витрати капіталу або обсяг інвестиції для реалізації енергоефективного проекту, грн. Розраховуючи цей показник підприємство ставить перед собою три оптимізаційні завдання:

1. Досягнення оптимального співвідношення між витратами і результатами виробництва (або оцінка співвідношення між витратами C і результатами R) при заздалегідь нефіксованих витратах і результатах.

2. Мінімізація витрат при заданих результатах (або оцінка витрат при заданих результатах), тобто $C \rightarrow \min$.

3. Максимізація результатів при заданих витратах (або оцінка результатів при заданих витратах), тобто $R \rightarrow \max$.

Показники енергоефективності можуть бути прямі, тобто такі, які безпосередньо визначають ефективність використання ПЕР (енергоємність випуску продукції, енергоємність валової доданої вартості, паливо-, електроенергоємність, теплоенергоємність випуску, коефіцієнт корисного використання енергії та питомі витрати палива). До непрямих, в яких ефективність використання ПЕР прямо не відображається, але значною мірою залежить від рівня та структури використання ПЕР, відносять середню ціну одиниці спожитих ПЕР, енергоємність ОВФ, вартість спожитих ПЕР на одиницю обсягу випуску продукції, частку витрат на ПЕР в обсязі проміжного споживання (випуску), частку витрат ПЕР у собівартості продукції, робіт, послуг, коефіцієнт енергоозброєності праці. Система таких показників дає можливість

підрахувати результати реалізації енергоефективного проекту на промисловому підприємстві: динаміку енергоємності виробництва одиниці продукції (виконаних робіт, наданих послуг); динаміку втрат паливно-енергетичних ресурсів при виробленні одиниці продукції (виконаних робіт, наданих послуг); забезпечення економії коштів (за умови дотримання відповідних вимог щодо охорони праці, санітарних норм та правил тощо) на утримання підприємства, за рахунок запровадження відповідних енергозберігаючих заходів та проектів [4].

Що стосується оцінки енергоефективності поточної діяльності, то дослідження окремих підприємств дозволяє зробити висновок, що низька енергоефективність, в першу чергу, обумовлена високим рівнем морального і фізичного зносу обладнання.

Так, наприклад, за даними Держкомстату України [5], в галузі теплоенергетики, на підприємствах усіх форм власності та відомчого підпорядкування експлуатується понад 26 тис. котелень, загальний технічний стан яких є критичним. Приблизно 22% котлів, що знаходяться в експлуатації, функціонують понад 20 років. Значна кількість (38%) котлів малоефективна, з коефіцієнтом корисної дії 65-75 % на газі і 70 % - на вугіллі. Не відповідає вимогам експлуатації технічний стан теплових мереж і теплових пунктів. В аварійному та застарілому стані перебувають 32% теплових мереж та понад 29% теплових пунктів. Внаслідок щорічні втрати теплової енергії досягають 10 %.

У зв'язку зі специфікою своєї діяльності, енергетичні підприємства, в процесі виробництва продукції, також використовують частину енергії, при цьому така діяльність для підприємства частіше за все є збитковою, через те що витрати в цьому разі перевищують дохід. Найчастіше вирішення даної проблеми підприємства перекладають зростаючі витрати на споживача шляхом збільшення тарифів. Слід пам'ятати, що вирішення проблем енергоефективності та реформування комунальної енергетики не повинно відбуватися за рахунок споживачів, а підвищення оплати за комунальні послуги ні в якій мірі не має супроводжуватися зниженням рівня життя.

Як зазначає Лір В.Е. у своїй праці «Економічний механізм реалізації політики енергоефективності в Україні» [3] в загальному вигляді процес оцінки енергоефективності підприємства складається з наступних етапів:

- 1) проведення зовнішнього огляду елементів СЕП;
- 2) визначення наявності проектної документації і ознайомлення з нею та величини енергоспоживання і випуску продукції за технологіями, по цехах і підприємству в цілому;
- 3) розрахунку величини питомого енергоспоживання на підприємстві за допомогою схем постачання енергетичних ресурсів, графіків споживання та навантаження, та на їх основі здійснити вимірювання кількісних та якісних показників;
- 4) розрахунку фінансових витрат на енергоресурси в елементах СЕП;
- 5) визначення технологічної й аварійної броні;
- 6) складання балансу енергоспоживання за технологіями, по підрозділах і об'єкту в цілому з урахуванням видів навантаження (освітлення, силові і енерготехнологічні споживачі до 1000 В і вище);
- 7) порівняння енергоспоживання з випуском продукції;
- 8) оцінка ефективності використання енергетичних ресурсів на основі визначених методичних та методологічних засобів;
- 9) обґрунтування висновку про рівень енергоефективності підприємства та розробка заходів, спрямованих на покращення (у разі потреби) показників енергоефективності або утримання поточних позицій.

Таким чином головне призначення системи показників енергоефективності – оптимальне використання ПЕР під час виробництва товарів та послуг, тобто використання їх в економіці підприємства. Тому широко використовуються такі поняття,

як енергоємність конкретних товарі та послуг, загальні витрати видів ПЕР, характеристика енергозберігаючого ефекту, оцінка здатності зберігати та виробляти енергію тощо.

Аналізуючи систему показників енергоефективності можна сформулювати наступний

висновок: існує необхідність розробки конкретних методик відповідно до кожної галузі, враховуючи їх специфіку та умови функціонування, які будуть доповнювати та деталізувати основні показники. Це дозволить визначити на рівні галузі ті напрями, за якими підприємство буде здійснювати роботи з метою підвищення енергоефективності виробництва.

Література:

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс]: розпорядження Кабінету Міністрів України від 15.03.2006 р. № 145-р. – Режим доступу: zakon.rada.gov.ua/signal/kr06145a.doc;
2. Суходоля О.М. Енергоємність валового внутрішнього продукту: тенденції та чинники впливу // зб. наук. ред. Національної академії державного управління при Президентові України. – №2, 2003 р;
3. Лір В.Е. Економічний механізм реалізації політики енергоефективності в Україні /В.Е. Лір, У.Є. Письменна; НАН України; Ін-т екон. та прогноз. – К., 2010. – 208 с.;
4. Ковалко М.П. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України // Відп. ред. А.К. Шидловський / М.П. Ковалко, С.П. Денисюк. – К.: УЕЗ, 1998. – 506 с.;
5. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>.

СУЧАСНІ НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЗБУТОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Христенко Л.М, к.е.н., доц., Давиденко В.А

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Сучасні політичні тенденції та мінливі ринкові умови господарювання вітчизняних виробничо-комерційних підприємств характеризуються втратою та подекуди різким і непередбачуваним розривом сформованих раніше економічно-торгівельних зв'язків, руйнуванням виробничої інфраструктури, значним зниженням купівельної спроможності споживачів продукції (товарів та послуг). А отже, перед товаровиробниками з'явилося не нове, проте досить актуальне у сьогоденні, проблемне питання щодо збуту їхньої продукції, практичне вирішення якого за означених умов подекуди стає ускладненим, а іноді і хибним, через відсутність відповідних теоретичних розробок.

Слід погодитися з тим, що збутова діяльність є однією з найбільш значущих сфер функціонування будь-якого виробничо-комерційного підприємства, оскільки збут є кінцевою стадією його діяльності та відповідає за рівень її ефективності. Збутова діяльність підприємства ґрунтується на загальних принципах підприємницької діяльності, як то конкуренція, тенденція до концентрації виробництва і капіталу, орієнтація на максимізацію прибутку. Організація та ефективне впровадження збутової діяльності на підприємстві було завжди і особливо є на зараз дуже важливим аспектом, який відповідає за своєчасне забезпечення необхідних обсягів реалізації продукції підприємства, і як наслідок, отримання бажаного доходу та фінансового результату від його діяльності, а також задоволення потреб цільових споживачів.

Перш ніж перейти до виділення напрямів вдосконалення збутової діяльності підприємства, розглянемо ті тенденції змін, що покликані сучасними умовами

господарювання, і які можуть істотно вплинути на цю функціональну сферу діяльності виробничо-комерційних підприємств. До таких тенденцій відносять:

виробничо-комерційні підприємства все частіше змінюють свою структуру: складні комплекси таких підприємств деконцентруються, проте йде зростання кількості промислово-комерційних підприємств малого та середнього бізнесу;

збільшується рівень кооперації підприємств, які в комплексі вирішують виробничо-комерційні проблемні питання щодо виробництва та реалізації продукції;

з'являються нові форми виробничо-комерційної діяльності, які, як правило, працюють у вигляді малого та середнього підприємництва;

виробничо-комерційні підприємства орієнтуються на вирішення проблемних питань щодо гнучкої багатофункціональності продукції і формування своєї конкурентоспроможної ніші на ринку товарів та послуг;

в умовах зростання кооперації, через мінливі вимоги ринку і його високу динаміку спостерігається швидка зміна структури збуту, оскільки її відставання від ринкових вимог призводить до падіння обсягів реалізації та її ефективності, втрати споживачів та ін.;

актуалізуються питання конкурентоспроможності для виробничо-комерційних підприємств із завершальною стадією виробництва та ін.

З огляду на тенденції змін сучасних умов функціонування виробничо-комерційних підприємств розглянемо напрями удосконалення безпосередньо самої збутової діяльності й аспектів її управління у розрізі організаційно-економічних засад, з позиції процесного та системного підходів.

З точки зору організаційно-економічних засад збутової діяльності можна визначити як комплекс взаємопов'язаних заходів по просуванню продукції від товаровиробника до споживача (організація передачі права власності на вироблену продукцію і її фактичне переміщення), спрямованих на отримання позитивного фінансового результату на основі задоволення існуючого попиту. А отже, загальним напрямом удосконалення збутової діяльності підприємства є підвищення ефективності таких заходів, що зумовить зростання зацікавленості вітчизняних товаровиробників до процесів збуту своєї продукції як важливішої функціональної складової діяльності підприємства. У межах цього напряму актуальними є пропозиції щодо використання комп'ютерних систем та мереж при здійсненні збутових операцій; впровадження новітніх форм роботи зі споживачами за допомогою використання сучасних засобів масової інформації; залучення нових покупців через розширення купівельного потенціалу наявних покупців; налагодження контактів з новими збутовими бізнес-партнерами; відмова від неефективних збутових партнерів; посилення роботи з торгівельними представниками; підвищення рівня задоволеності покупців (споживачів); зміцнення надійності системи доставки товару кінцевому споживачеві; дотримання обсягів і термінів доставки через удосконалення внутрішніх систем, що входять до складу збутової діяльності (пакування, складання, транспортування) та ін.

З точки зору процесного підходу, збутової діяльності можна представити як циклічний цілісний процес протікання таких етапів як: планування обсягу реалізації продукції із урахуванням рівня очікуваної прибутковості; пошук, оцінювання і вибір найкращих партнерів – споживачів (покупців); проведення торгів із встановленням ціни відповідно до якості продукції та інтенсивності попиту на неї; виявлення й активне використання чинників, які здатні прискорити збут продукції та збільшити прибуток від її реалізації. Напрямами вдосконалення збутової діяльності з цієї точки зору можуть стати: оптимізація процесу виробництва у розрізі основних елементів, таких як доробка і підготовка до продажу продукції, що передбачає її сортування, пакування і маркування, які, як правило, здійснюють з метою адаптації продукції до місцевих умов, до вимог

регіональної системи стандартів та ін.; обґрунтоване визначення собівартості і ціни на продукцію з урахуванням співвідношення попиту та пропозиції; підвищення конкурентоздатності товару за рахунок ефективної реклами, надання комплексу послуг після продажу та ін.; актуалізація на підприємстві процесу дослідження ринку та запровадження інструментів впливу на виробництво на основі вивчення потреб споживачів. Для виробничо-комерційних підприємств сучасних умовах господарювання актуальним є вирішення проблемних питань, що стосуються управління збутовою діяльністю з огляду на системний підхід, оскільки існує необхідність її гнучкого пристосування до зростаючих вимог ринку з метою підвищення конкурентоспроможності виробників. Напрями удосконалення управління збутовою діяльністю знаходяться у межах окремих елементів цієї системи: 1) в частині запровадження цілеспрямованої збутової політики з огляду на особливості залучення посередників, договірні відносини, форми і типи збуту, специфіку продукції, умови конкретного цільового ринку та збутову політику конкурентів; 2) в частині функціональної підсистеми, яка призвана забезпечити ефективне поєднання організаційних форм та економічних методів усіх функціональних підрозділів системи управління збутом підприємства; 3) в частині забезпечувальної підсистеми, яка забезпечує зв'язок системи управління збутовою діяльністю підприємства з економічною ситуацією, що склалася на ринку товарів та послуг з метою формування реакції на зміни навколишнього середовища.

А отже, врахування запропонованих напрямів удосконалення у практичній реалізації збутової діяльності на виробничо-комерційних підприємствах сприятиме підвищенню результативності та прибутковості їхньої діяльності, ефективності функціонування підприємств в цілому й досягнення належного рівня їхнього сталого розвитку.

АУТСТАФІНГ – ІНСТРУМЕНТ ОПТИМІЗАЦІЇ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ В СИСТЕМІ МЕНЕДЖМЕНТУ ПЕРСОНАЛУ

Шаріпова О.С., д.е.н., професор, Шаріпова А.Г., здобувач

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Постановка проблеми. Комплексний підхід до системи управління персоналом передбачає розуміння нових методів роботи з кадрами, одним з яких є аутстафінг. Не дивлячись на недовгу історію даного явища, слід сказати, що певним колом науковців розглядаються питання застосування аутстафінгу як альтернативи вивільнення персоналу, серед яких: Б.А. Анікін, І.Л. Рудая, С.О. Цимбалюк та інші. На особливу увагу заслуговують публікації практиків-управлінців, які застосовують даний метод у своїй роботі, це такі, як: Т.В. Марченко, Д. Рябих, М. Сімонова тощо.

Основні результати. В зарубіжній практиці однією з альтернатив вивільнення працівників є розповсюдженням застосування аутстафінгу (від англ. “outside staff using”, “outstaffing”) – цілеспрямована передача працівників іншим підприємствам. Аутстафінг трактується і як позаштатний.

Проведений аналіз практичних аспектів аутстафінгу надає можливість стверджувати про існування різних видів даного явища.

Так, Д. Рябих виділяє такі види аутстафінгових послуг: 1) кадрово-аутстафінгові послуги, 2) бухгалтерсько-аутстафінгові послуги, 3) консалтингово-аутстафінгові послуги, 3) юридично-аутстафінгові послуги та безпосередньо 4) аутстафінгові послуги.

[1]

Так, у першому випадку, мається на увазі перший етап життєвого циклу організації, коли аутстафер бере на себе функції підбору та оформлення персоналу.

У другому випадку, дотримуючись логіки Д. Рябих, аутстафінг є певним різновидом аутсорсінгу, коли організація перекладає на аутстафера функції з ведення бухгалтерського обліку персоналу.

Третій вид – це консультативна підтримка організації з питань розвитку персоналу, удосконалення процесу управління останнім та, відповідно, забезпечення проведення навчання персоналу.

Четвертий вид - це також, на нашу думку, є різновидом аутсорсінгу, коли організація перекладає певні юридичні функції на організацію-провайдера (аутстафера).

П'ятий вид – це безпосередньо аутстафінгові послуги, а саме зарахування персоналу у штат аутстафера.

Тобто, можна зробити висновок, що автор підійшов до класифікації видів аутстафінгу з позицій виділення окремих складових аутстафінгу.

Необхідними умовами застосування аутстафінгу є: наявність інформації про підприємства, філіали, яким можна запропонувати персонал; економічне обґрунтування даного проекту, оцінюючи втрати на збереження персоналу на підприємстві та витрати, пов'язані з передачею персоналу сторонній організації; розроблення аутстафінг-проекту, оформлення контракту про аутстафінг.

Застосування аутстафінгу, як ефективного інструмента бізнес-процесів підприємства, обумовлено певними перевагами в системі технологій менеджменту персоналу, а саме: отримання кваліфікованого, підготовленого персоналу; скорочення штатної чисельності персоналу при збереженні фактичної; оперативне надання та заміна співробітників; економія на податках; зниження адміністративних і фінансових витрат на пошук та найм персоналу; забезпечення легальності та юридичної підтримки при роботі з персоналом; підвищення конкурентоспроможності компанії та т.інш. В умовах кризового періоду аутстафінг також виконує ряд позитивні функції в процесі реабілітації підприємства і виходу з кризи та дозволяє вирішувати завдання в області антикризового регулювання з досить високою ефективністю.

Особливо хотілося б підкреслити переваги аутстафінгу для працівників: вони не втрачають роботи, а лише переходять в іншу організацію. По мірі закінчення терміну контракту вони повернуться на основне (попереднє) робоче місце.

Однак, щоб максимально досягти позитивних результатів при застосуванні аутстафінгу, треба розуміти і основні негативні моменти, пов'язані з даним явищем.

По-перше, в Україні ще не розповсюджені дані послуги і, відповідно, невідпрацьований механізм його функціонування.

По-друге, слід сказати, що працівники організації можуть не погодитись на даний вид послуг, оскільки це може відобразитись на їх соціальному забезпеченні.

По-третє, варто навести, що між організацією-провайдером та працівниками може виникнути певна конфронтація, працівники не будуть підтримувати трудові відносини, стосунки з нею, можуть ігнорувати окремі прохання, накази та т.інш.

З метою використання аутстафінгу необхідно розуміти основні його переваги та недоліки не тільки з боку організації-замовника, організації-провайдера, а й персоналу та держави (з метою удосконалення нормативно-правової бази з питань аутстафінгу), що систематизовано нами та наведено у табл. 1.

Але той факт, що ринок послуг аутстафінгу за останні роки виріс в чотири рази, говорить про посилення юридичної складової бізнес-процесів. В процентному співвідношенні посади співробітників, які виводять за штат, виглядають наступним чином: адміністративний персонал - 46%; фахівці середньої ланки - 24%; ІТ-фахівці - 14%; топ-менеджери - 10%; робочі - 6%. Таким чином, застосування аутстафінгу як інструмента оптимізації бізнес-процесів в умовах нестабільності зовнішнього середовища є ефективним, особливо для великого бізнесу.

Наслідки аутстафінгу для сторін соціально-трудових відносин

№ з/п	Сторони соціально-трудових відносин з аутстафінгу	Позитивні наслідки	Негативні наслідки
1	2	3	4
1	Організація-замовник	зниження прямих витрат на персонал; зменшення адміністративної та фінансової роботи, пов'язаної з нарахуванням заробітної плати, проведенням виплати соціальних податків тощо; можливість надання співробітникам пакетів соціальних пільг і страховок; зменшення виплат, пов'язаних з виплатою компенсацій при звільненні; оптимізація структури управління персоналом; можливість швидкого підбору персоналу без оформлення у штат організації; можливість перевірки працівників та з'ясування чітких тенденцій бізнесу; скорочення витрат на неосновний персонал; можливість не виходити за межі ліміту підприємств-платників єдиного податку; раціональне використання робочого часу через скорочення часу на вирішення завдань, що перекладені на організацію-провайдера; економія часу; економія ресурсів зниження адміністративних витрат на ведення кадрового обліку та розрахунок заробітної плати; можливість працювати з працівниками на термінових проектах без працевлаштування в організації чи на час випробувального терміну; можливість зняти з себе відповідальність за кадрову роботу; можливість взяти співробітника на декретну ставку; можливість працювати з більшою чисельністю персоналу, що перевищує ліміт чисельності штатних одиниць; більш гнучке кадрове планування;	відсутність нормативно-правової бази регулювання даного виду послуг, відсутність чіткої законодавчої бази з питань аутстафінгу; аспекти мотивації працівників, які юридично працюють в іншій компанії; погіршення соціально-психологічного клімату в організації; розголошення комерційної таємниці; тимчасове збільшення навантаження праці на відділ персоналу, відділ кадрів чи їх різновидів; щомісячна вартість працівника, зарахованого у штат організації-провайдера буде дещо вищою за рахунок комісії аутстафінговій компанії

1	2	3	4
2	Працівники	забезпечення безперервного стажу роботи; альтернатива вивільнення; зміст праці не змінюється	втрата пільг, наприклад, пов'язаних з працею на метпідприємствах («гарячого» та «шкідливого» стажу, оздоровчі на себе та дітей) та т.інш.; негативні соціально-психологічні наслідків в умовах незрозумілих процесів переведення
3	Організація-провайдер	розвиток переліку функцій даної організації; можливість підвищити дохід аутстафера; економічна доцільність	необхідність наявності висококваліфікованих кадрів, які б були фахівцями з питань управління персоналом, бухгалтерського обліку, юриспруденції, трудового права.
4	Держава	використання аутстафінгу є можливим тільки при умові легального не тіньового ведення бізнесу; відсутність «зарплат у конверті»; альтернатива безробіттю населення та, відповідно, соціальних виплат, пов'язаних із соціальним захистом безробітного населення.	зменшення податків у бюджет країни; конфлікти організацій з профсоюзами оскільки працівники втрачають пільги, наприклад, пов'язані з працею на метпідприємствах («гарячого» та «шкідливого» стажу, оздоровчі на себе та дітей) та т.інш.

Практичне значення одержаних результатів. Персонал організацій, який схильний до консервативного мислення, може негативно віднестися до нового та незрозумілого для нього переходу на інше підприємство. Однак, подальший розвиток ринкової економіки вимагає, серед інших напрямів, і розвиток аутстафінгу персоналу в Україні. В цьому напрямі треба врегулювати законодавчу базу з цього питання, підготувати фахівців по даному напрямку діяльності, налагодити механізм аутстафінгових відносин між підприємствами, проведення інформаційної консультації працівників організацій тощо.

Така альтернатива вивільнення працівників може бути корисною як у період спаду обсягу виробництва чи надання послуг, так і при сезонних коливаннях у діяльності підприємства.

Література

1. Рябых Д. Описание услуги аутстаффинга. [Электронный ресурс]. – Доступный с: <<http://www.cfin.ru/management/people/outstaffing.shtml>>.
2. Шаріпова О.С. Методи раціонального використання персоналу залежно від рівня ділової активності підприємства / О.С.Шаріпова, І.М. Седова. – Луганськ: Вісник СЛУ ім. В. Даля. – №1 (172). – Ч.1., 2012. – С. 165–171.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ФИТНЕС-ИНДУСТРИИ

Беленец Т. А., Ткаченко Н.Э. ,к.э.н., доцент

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

Фитнес-индустрия одна из наиболее устойчиво развивающихся сфер бизнеса. Несмотря на кризис, с которым столкнулись предприятия разных видов деятельности Украины за последние годы, индустрия фитнеса не ощутила значительного спада, и большинству владельцев бизнеса удалось преумножить свою клиентскую базу, удержав и даже улучшив свои прежние позиции на рынке. Возросший интерес женщин к новому европейскому стилю занятиями спортом вызвал растущий спрос на фитнес услуги [1].

Фитнес-центры в своей деятельности направлены на разные группы клиентов, с ориентацией на премиум и эконом-классы, что предполагает разные уровни укомплектования залов, стоимости абонементов и возможность выбора предоставляемых услуг. При этом одним из основных конкурентных преимуществ фитнес-центров является ориентация на потребности клиентов, предоставление разнообразных услуг.

В стремлении за физическими идеалами большинство женщин предпочитают занятия фитнесом. В связи с этим, современный фитнес привлекает все большее число клиентов, и всё чаще разрабатываются новые направления для насыщения спроса и предоставления качественных оздоровительных фитнес-услуг.

Фитнес-технологии – технологии, обеспечивающие результативность в занятиях фитнесом. Также фитнес-технологии можно определить как совокупность научных способов, шагов, приёмов, сформированных в определённый алгоритм действий, реализуемый определённым образом в интересах повышения эффективности оздоровительного процесса с использованием инновационных средств, современного инвентаря и оборудования [2].

Выделяют такие современные тенденции фитнес-технологий:

1. Стиллетто – аэробика на каблуках. Занятия данным видом фитнеса формируют у клиентов правильную осанку, умение держать баланс и равновесие, основная нагрузка при проведении занятий приходится на мышцы ног и спины, в связи с чем, достигается их максимальное укрепление. Однако занятия на каблуках могут приводить к травмам, поэтому на тренировках необходимо использовать максимально удобную обувь и приемлемую высоту каблука.

2. Фитнес для мам и малышей с колясками. При использовании данной фитнес-технологии коляски используют в качестве спортивного инвентаря. Особенным удобством является то, что занятия могут проводиться вместе с детьми, и у мам нет необходимости искать с кем оставить ребенка. При этом малыши с раннего возраста привыкают к занятиям спортом, наблюдая за происходящим.

3. Джукари - сочетание спортивных движений и полета на трапеции является достаточно дорогостоящей и используемой технологией, используемой только в элитных фитнес-центрах, ориентированных на состоятельных клиентов. Занятия позволяют улучшить координацию и обеспечивают позитивный эмоциональный и эстетический эффект [2].

4. Боди-балет – эстетичный вид фитнеса, классический балет, включающий комплекс упражнений на растяжку и содержащий элементы йоги, пилатеса. Данный вид фитнеса способствует развитию гибкости и координации, но при этом не дает быстрых результатов.

5. Зумба - танцевальная тренировка, сочетающая танцевальные направления и аэробику, и способствующая освоению танцевальных навыков, что привлекает многих

клиентов, стремящихся научиться танцевать и при этом получить эстетическое удовлетворение от танца и фитнес-тренировки.

6. Кенгу- джампс - использование специальной обуви с пластинами-пружинами. Данный вид фитнеса направлен на формирование осанки и укрепление позвоночника и не требует особой физической подготовленности. Для проведения тренировок требуется специальная обувь, приобретение которой является дорогостоящим. Данную технологию в основном используют фитнес-центры ориентированные на состоятельных клиентов.

7. Будокон – фитнес-технология, основанная на сочетании йоги, боевых искусств и медитации. Способствует нормализации эмоционального состояния, развитию физической активности, выносливости. Может быть использована для клиентов разного возраста, ввиду отсутствия сильной нагрузки и быстрых движений на тренировках. Однако, ввиду того, что данный вид фитнеса предполагает совмещение разной направленности тренировок, основанных на знании как боевых искусств, так и йоги, тренеров по данному виду фитнеса не так много [3].

8. Высокоинтенсивные интервальные тренировки (НИИТ)- упражнения с высокой интенсивностью, которые чередуются с периодами отдыха. Данные тренировки предполагают высокую эффективность и быстрый результат от проведения. Однако не все клиенты могут себе позволить участие в таких тренировках. Особенно не рекомендуется ее использование для новичков и людей, для которых противопоказаны интенсивные физические нагрузки вследствие отклонений в здоровье [4].

В таблице 1 приведены преимущества и недостатки современных фитнес-технологий.

Таблица 1

Преимущества и недостатки современных фитнес-технологий

Вид	Преимущества	Недостатки
Стилетто	Формируется правильная осанка, баланс, укрепляются мышцы ног и спины	Травмоопасен
Фитнес для мам и малышей с колясками	Прогулка и одновременно занятие фитнесом, работают все основные группы мышц	У кормящих матерей при нагрузках происходит выделение молочной кислоты
Джукари	Улучшается координация и обеспечивается позитивный эффект	Дорогое оборудование
Боди-балет	Развитие гибкости и координации	Не дает быстрых результатов
Зумба	Обретение танцевальных навыков	Неинтенсивная нагрузка
Кенгу-джампс	Формирование осанки и укрепление позвоночника, не требуют особой физической подготовленности	Необходимы значительные затраты на приобретение специальной обуви
Будокон	Возможность научиться сдерживать негативные эмоции	Нехватка квалифицированных тренеров
Высокоинтенсивные интервальные тренировки	Высокая эффективность и быстрый результат	Не подходит начинающим и тем, кому противопоказаны сильные нагрузки

Задача, которая стоит перед сторонниками фитнеса, это выбор интересующего направления, с учетом собственных пожеланий, финансовых возможностей и наличия квалифицированных инструкторов. Основным недостатком для желающих освоить ту или иную фитнес-технологию может быть рациональность в развитии направлений фитнеса с учетом клиентоориентированности, ведь фитнес-технологии применяются при наличии спроса. В больших городах и областных центрах спрос на современные тенденции фитнес-технологий выше, чем в небольших провинциальных.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что разнообразие фитнес-технологий позволяет найти каждому клиенту подходящее направление с учетом собственных возможностей, как физических, так и финансовых, получать в результате тренировок не только заряд бодрости, но и эстетического удовлетворения. Здоровье человека невозможно купить, но купить технологии для поддержания здорового состояния может позволить себе каждый.

Литература

1. Вавилов В. Фитнес-индустрия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.vavilov.com.ua/index.php/stati/42-fitness/197-fitness>
2. Сайкина Е.Г. Фитнес-технологии: понятие, разработка и специфические особенности // Е.Г. Сайкина, Г.Н. Пономарев- Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11-4. – С.890-894. – [Электронный ресурс] Режим доступа: www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=30677
3. Фитнес- тенденции 2016 года. // Fitfix: ежедн.интернет-изд.2016.URL: [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://fitfixed.com/training/advice/10-fitness-tendencij-2016-goda/>
4. Новые тенденции фитнеса 2016.// XCom hobby:ежедн. интернет- изд.2016. URL: [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.xcom-hobby.ru/post/novye_tendentsii_fitnesa_2016/

ЕКОНОМІЧНА БЕЗПЕКА ІНТЕГРОВАНІХ ПРОМИСЛОВИХ СТРУКТУР

Чорна О. Ю.¹. к.е.н, доц., Чорний В. О.²

¹Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

²Національний юридичний університет ім. Ярослава Мудрого

Понятійно-категоріальний апарат економічної безпеки формується, розвивається й удосконалюється. Цей процес багатоманітний і охоплює всі боки економічної безпеки не лише в об'єктивному, а й у суб'єктивному плані, своєрідно відображаючи наукову творчість і впливаючи на еволюцію наукових інтересів і пошуків як окремих учених, так і колективів, наукових шкіл. Так, у вітчизняній науці проведено ґрунтовні дослідження щодо економічної безпеки, однак питання економічної безпеки інтегрованої промислової структури (далі ІПС) розглядалися лише фрагментарно.

До основних переваг створення та функціонування ІПС традиційно належать синергійний ефект від використання ресурсів, можливості здійснення масштабної інвестиційної діяльності, підвищення технологічного рівня виробництва, зміцнення конкурентоспроможності тощо. Водночас негативними наслідками створення та функціонування ІПС є труднощі, викликані розгалуженістю та різноманітністю переважної більшості акторів ІПС, неузгодженістю їхніх інтересів і незбалансованістю ресурсів, що, у свою чергу, може загрожувати економічній безпеці ІПС.

У суспільних науках поняття "безпека", в найзагальнішому розумінні, – це задоволення таких потреб як існування, цілісність, незалежність, спокій та розвиток. Безпеку найчастіше в повсякденному житті розуміють як певний стан дійсності, де немає загроз. Особливе місце серед різних видів безпеки (соціальної, екологічної, демографічної, політичної, військової, науково-технологічної, інформаційної,

енергетичної, культурної, правової, генетичної, кримінологічної, гуманітарної, психологічної) займає економічна безпека.

Аналіз сучасних наукових публікацій за даною тематикою свідчить, що особливу увагу науковці приділяють дослідженню понять "економічна безпека держави", "економічна безпека регіону", "економічна безпека підприємства", але відсутні комплексні дослідження поняття "економічна безпека ІПС", яке має свою специфіку й особливості застосування.

Так, економічну безпеку підприємства в сучасній науковій літературі розглядають як результат оптимального, обґрунтованого управління всім економічним потенціалом підприємства (сукупністю виробничих, соціальних і господарських факторів), що визначає результати діяльності підприємства. Економічна безпека підприємства виявляється в процесі протидії негативним зовнішнім і внутрішнім обставинам, його реакції на зовнішні й внутрішні негативні впливи, що виводять підприємство зі стану стійкої рівноваги. Г.В. Козаченко, В.П. Пономарьова, О.М. Ляшенко трактують економічну безпеку підприємства як міру гармонізації в часі та просторі економічних інтересів підприємства з інтересами пов'язаних з ним суб'єктів навколишнього середовища, які діють поза межами підприємства [1, с. 87].

Але, попри численність підходів, трактувань, досліджень, до нинішнього часу немає єдиного концептуального визначення такої складної, багатогранної та міждисциплінарної категорії, як економічна безпека ІСП.

На підставі вивчення існуючих у сучасній економічній науці тлумачень сутності економічної безпеки, під економічною безпекою ІПС пропонуємо розуміти здатність до збереження економіко-технологічної та організаційно-соціальної цілісності такої структури внаслідок протистояння й подолання загроз, що існують як у зовнішньому, так і в її внутрішньому середовищі, шляхом узгодження інтересів акторів ІПС та досягнення збалансованості їх ресурсів в часі та просторі.

Наріжним каменем запропонованого розуміння економічної безпеки є її цілісність, порушення котрої призводить до руйнування ІПС. Цілісність (англ. integrity) — внутрішня єдність, пов'язаність усіх частин чого-небудь, єдине ціле [3].

Цілісність ІПС відображає її узгодженість в інформаційному забезпеченні, збалансованості показників ресурсів та захищеності від зовнішнього середовища. Цілісність ІПС на сьогодні мало формалізована й вона частіше має якісний прояв. Порушення цілісності призводить до руйнування ІПС, до її розпадань. Цілісності ІПС притаманні декілька певних ознак.

Ознака - особливість предмета або явища, яка визначає подібність носія до інших об'єктів пізнання або відмінність від них. Сукупність ознак дозволяє відрізнити предмет (явище) від інших предметів (явищ). Виділяють багато різновидів ознак, серед яких є характерні та нехарактерні ознаки, що відповідають головним і другорядним властивостям.

Набір ознак цілісності зумовлений, перед усе, специфікою утворення самих ІПС, а саме – необхідністю створення єдиного організаційно-економічного простору взаємодії її акторів. Під економіко-технологічною цілісністю розуміється упорядкований набір взаємопов'язаних та взаємодіючих елементів, функціонування яких відбиває взаємодію економічних та технологічних процесів, які складають основу діяльності ІПС. Економіко-технологічна цілісність є базовою як для розуміння природи виникнення ІПС, так і для формулювання поняття її економічної безпеки, тоді як організаційно-соціальна цілісність є логічним продовженням економіко-технологічної цілісності. Відповідно, організаційно-соціальна цілісність являє собою взаємодію організаційних та соціальних процесів, які нерозривно пов'язані з економічними та технологічними процесами та формують контури управління ІПС. Обидва набори ознак цілісності неможна розглядати

відокремлено, їх також слід розглядати як цілісне утворення, оскільки зміна одного набору ознак зумовлює зміну іншого набору в загальній їх сукупності, внаслідок чого може змінюватися як стан економічної безпеки ІПС, так і цілісність ІПС загалом.

Умови ринкової економіки, в яких здійснюють свою діяльність ІПС, що існують в різних організаційно-правових формах, невизначені й непередбачувані. Дуже глибока фінансово-економічна криза породила багато небезпек і загроз бізнесу. Для ІПС забезпечення економічної безпеки важливе в першу чергу тому, що активно задіяний потенціал її акторів є визначальним стабілізуючим чинником антикризового розвитку, гарантом економічного зростання і підтримки економічної незалежності й безпеки країни.

Література

1. Козаченко А. В. Экономическая безопасность предприятия: сущность и механизм обеспечения : [монография] / Козаченко А. В., Пономарев В. П., Ляшенко А. Н. — К.: Либра, 2003. — 280 с.
2. Ляшенко О. М. Концептуалізація управління економічною безпекою підприємства : [монографія] / О. М. Ляшенко. — Луганськ: СЛУ ім. В. Даля, 2011. — 400 с.
3. Материалы свободной энциклопедии Wikipedia : [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://ru.wikipedia.org/wiki/>

ТЕХНОЛОГІЯ-2017
матеріали,
XX міжнародної науково-технічної конференції
21 - 22 квітня 2017 року
м. Сєвєродонецьк

Підписано до друку 26.04.2017р.
Формат 60×90 1/16. Папір офсетний.
Друк на різнографі. Умовн. друк. арк. 3,0. Обл. – видав. арк. 0,89.
Тираж 300 прим. Зам. 134.

Поліграфічний центр
видавництва Східноукраїнський національний університет
ім. Володимира Даля
пр. Центральний, 59-а, м. Сєвєродонецьк, 93400