

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

*Присвячено пам'яті видатного науковця,
професора, доктора технічних наук, заслуженого винахідника України,
академіка Транспортної академії наук України, Почесного професора
Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля
ГОРБУНОВА Миколи Івановича*

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В НАУЦІ ТА ОСВІТІ

Колективна монографія

Сєверодонецьк
2021

УДК 37.001.76+001+004+379.85+620.22] (063)

С 91

Рекомендовано Вченою радою Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (протокол № 10 від 27 квітня 2021 р.)

Рецензенти:

Голоднов О.І. — д.т.н., проф., учений секретар ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського» (м. Київ);

Лифар В.О. — д.т.н., доц., завідувач кафедри програмування та математики Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Сєвєродонецьк);

Філатов В.О. — д.т.н., проф., завідувач кафедри штучного інтелекту Харківського національного університету радіоелектроніки (м. Харків).

Редакційна колегія:

Целіщев О. Б. — д.т.н., проф., проректор з наук.-пед. роботи та міжнародної діяльності Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (**головний редактор**);

Татарченко Г. О. — д.т.н., проф., зав. каф. будівництва, урбаністики та просторового планування Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля;

Хорошун Г. М. — к.ф.-м.н., доц. кафедри будівництва, урбаністики та просторового планування Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.

С 91 **Сучасні технології в науці та освіті : колективна монографія** / під. ред. О. Б. Целіщева, Г. О. Татарченко, Г. М. Хорошун. — Сєвєродонецьк : вид-во СНУ ім. В. Даля, 2021. — 320 с. DOI: [https://doi.org/10.33216/MonographSNU\(978-617-11-0211-8\)-2021-320](https://doi.org/10.33216/MonographSNU(978-617-11-0211-8)-2021-320).

ISBN 978-617-11-0211-8

У колективній монографії представлені матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології в науці та освіті», яка проходила 22-23 квітня 2021 р. в м. Сєвєродонецьк. Представлено результати актуальних досліджень за напрямками: Інновації у будівництві та архітектурі; Комп'ютерні науки, інженерія та кібербезпека; Проблеми розвитку транспорту та логістики, Сучасні проблеми матеріалознавства, фізики, електричної інженерії; Сучасні тенденції вищої освіти в умовах глобалізації; Сучасні проблеми машинобудування, хімічної інженерії, екології та екологічної безпеки.

Матеріали колективної монографії можуть бути використані викладачами і науковцями вищих навчальних закладів, науково-технічними працівниками, аспірантами та студентами.

Матеріали друкуються мовою оригіналу.

УДК 37.001.76+001+004+379.85+620.22] (063)

© Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, 2021

ISBN 978-617-11-0211-8

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
Розділ І. ІННОВАЦІЇ У БУДІВНИЦТВІ ТА АРХІТЕКТУРІ	
Могила В. І., Кузьменко С. В.	9
Наукові пошуки і вагомі досягнення в галузі залізничного транспорту професора М.І. Горбунова.....	9
Римар Т. Е.	13
Дослідження властивостей композиційних теплоізоляційних матеріалів на основі рідкоскляного грануляту одержаних шляхом об'ємного і контактного омонолічування	13
Уваров П. Є., Білошицький М. В., Шпарбер М. Є.	19
Організаційно-технологічне моделювання будівельного ліквідаційного циклу	19
Соколан Ю. С., Кучеренко Л. В., Риндюк С. В.	25
Перспективні методи виконання благоустрою при реконструкції території.....	25
Моркляник О. І., Мельник В. А., Кукурудза А. Р.	29
Головна ідея конкурсного проекту багатофункціонального комплексу	29
Черних О. А.	33
Сучасні вім-технології як основа прогресивних інновацій в галузі архітектури та будівництва	33
Сингаївська О. І., Чередніченко О. П.	37
Інформаційно-аналітичне забезпечення містобудівної діяльності	37
Піддубний С. В., Медвідь І. І.	42
Вплив технологічних факторів і складу шихти на якість керамічної цегли пластичного формування.....	42
Татарченко Г. О.	47
Використання сучасних технологій у визначенні забруднених територій міста	47
Білошицька Н. І., Поркуян С. Л.	52
Містобудівні фактори, що впливають на вартість житла	52
Тімченко Р. О., Головка С. І., Крішко Д. А., Барон Т. О.	60
Підвищення несучої здатності основи методом «Геокомпозит»	60
Тімченко Р. О., Головка С. І., Крішко Д. А., Бронів Д. Г.	66
Проектування оптимальних фундаментних конструкцій для висотних будівель в особливих умовах.....	66
Соколенко К. В., Черних О. А., Соколенко В. М.	73
До питання апроксимації результатів розрахунку різними методами	73
Соколенко В. М., Соколенко К. В., Філат'єв М. В.	82
До питання оцінки показників реконструкції міської забудови	82
Керш В. Я., Колесников А. В.	87
Ультразвуковою контроль твердження гипсовых композитов с функциональным заполнителем	87

РОЗДІЛ II.
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ТА КОМП'ЮТЕРНІЙ
ІНЖЕНЕРІЇ

Вещев В. Є.	92
Професійний конкурс в умовах навчального процесу як засіб підвищення фаховості майбутніх архітекторів	92
Міщенко О. Д., Чердніченко П. П.	99
На допомогу фахівцям і дослідникам містобудівельної діяльності та просторового планування	99
Осетрін М. М., Тарасюк В. П., Беспалов Д. О., Дорош М. І.	103
Використання транспортного імітаційного моделювання в навчальному процесі ...	103
Svitlichna O. O.	107
Peculiarities of continuing professional pedagogical education in Canada	107
Деркач М. В., Матюк Д. С.	111
Стабілізація кутів квадрокоптера: використання ПД-регулятора	111
Дубовик Т. М., Поліщук Ю. В., Дубовик Д. Д.	116
Використання Arduino для bluetooth-керуваного катеру з ехолотом	116
Покришка С. А., Шумова Л. О.	122
Дослідження алгоритмів рекомендаційних систем	122
Коверга М. О., Білобородова Т. О.	126
Дослідження методів цифрової обробки медичних зображень	126
Дубовик Т. М., Булава Я. В.	132
Робот-машинка з рухами по лінії з використанням Arduino Leonardo	132
Рязанцев О. І., Кардашук В. С., Барбарук В. М., Сафонова С. О.	136
Створення електронного цифрового підпису з використанням групи точок еліптичної кривої	136
Хорошун Г. М.	141
Інформаційна технологія підтримки прийняття рішень в оптичній лабораторії	141
Хорошун Г. М., Хмельницький Д. Б., Рязанцев А. О., Сафонова С. О., Барбарук Л. В.	145
Бази даних та бази знань оптичної лабораторії	145
Хорошун Г. М., Сігченко О. В., Рязанцев О. І., Барбарук В. М.	149
Управління проектом «оптична лабораторія» за допомогою програмного забезпечення GanttProject	149
Міщенко Ю. Г., Рязанцев А. О.	155
Моделювання цифрових схем на КМОП-транзисторах з використанням програмного середовища Multisim 14.2	155

РОЗДІЛ III.
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ ТА У ЛОГІСТИЦІ

Климаш А. О., Козюберда А. А., Соловйов Г. І., Кермет М. А., Климаш Д. А.	160
Дослідження макрокінетики процесу селективного каталітичного очищення вихлопу дизеля від NO на блочному волокнистому ванадієвому каталізаторі	160
Шепітько О. В., Балковська Г. В., Бурейка Г.	165
Ресурсозбереження як термін, що характеризує найважливіші заходи в енергетиці та виробництві	165
Фомін О. В., Горбунов М. І., Ловська А. О.	169
Концепт кузова напіввагона з випуклими стінами	169

Фомін О. В., Горбунов М. І., Ловська А. О.	173
Інноваційний концепт кузова напіввагона	173
Дьомін Ю. В., Дьомін Р. Ю., Черняк Г. Ю., Ноженко В. С.	177
Убезпечення руху швидкісних транспортних засобів для комбінованих перевезень	177
Горбунов М. І., Герліці Ю., Кравченко К. О., Діжо Я. Я.	182
Спосіб визначення несправного гасителя коливань	182
Кічкін О. В., Кічкіна О. І.	187
Використання IBM WebSphere RFID для створення інтелектуальної інфраструктури на ділянці руху залізниці	187
Ковтанець М. В., Ноженко В. С., Просвірова О. В., Ковтанець Т. М., Вакулік М. М.	
Кероване пневмодозування абразивного матеріалу як основа автоматизації пісочної системи локомотива	193
Кравченко К. О., Штястніак П., Герліці Ю.	197
Підвищення безпеки конструкції котла вагон-цистерни	197
Могіла В. І., Климаш А. О., Козюберда А. А., Кортєва О. В.	201
Застосування водню в теплових двигунах локомотивів	201
Muradyan A. O.	206
Methodology of setting time norms for the cargo processing in the logistic chain “from door to door”	206
Ноженко В. С., Ковтанець М. В., Просвірова О. В., Ковтанець Т. М., Вакулік М. М.	
.....	211
Застосування ресурсозберігаючої технології для поліпшення енергофактивності локомотива	211
Сергієнко О. В., Загорський Д. В.	216
Підвищення ефективності ротаційних гідравлічних гасителів коливань	216
Шевченко С. І., Полупан С. В.	221
Дослідження зносу вуглець-вуглецевих композитних фрикційних матеріалів	221
Василенко Н. П., Гончаров В. В., Климаш А. О.	225
Корозійна стійкість та зносостійкість модифікованої сталі ШХ15 – матеріалу опорних елементів деталей транспортних механізмів	225
Фомін А. В., Прокопенко П. Н., Кара С. В., Фомін В. В.	230
Експериментальна оцінка показателів безпеки руху вагонів в залежності від розташування їх в поїзді	230

РОЗДІЛ IV.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ФІЗИЦІ, ХІМІЇ, МАШИНОБУДУВАННІ ТА ЕКОЛОГІЇ

Bekshaev A., Ferrando A., Kim J. T., Khoroshun G., Kuzmenko V., Popiolek-Masajada A., Sato S., Yezhov P.	234
Double-phase-ramp converter as a technique for the beam structure formation and control	234
Філімоненко К. В., Філімоненко Н. М.	238
Підвищення надійності системи електропостачання промислового району	238
Пятайкіна М. І., Поліщук О. В.	242
Стохастичні моделі вихідних сигналів в оптико-електронних системах	242
Фощ А. В., Керш В. Я.	246
Шляхи підвищення водостійкості гіпсу	246

Блінова Н. К., Мохонько В. І.	250
Технологічні особливості аеробної та анаеробної біологічної очистки органовміщуючих промислових стічних вод.....	250
Glikina I., Glikin M., Zubcov E.	256
Coal gasification process as an alternative for oil and gas processing	256
Клименко О. В., Аулін Д. О., Максимов М. В., Радченко В. С.	261
Удосконалення технології випробувань форсунок тепловозних дизелів.....	261
Суворін О. В., Ожередова М. А., Зубцов Є. І., Кравченко І. В.	266
Екологічнобезпечна технологія утилізації Cr^{6+} -вмісних стічних вод. скорочення витрат промивної води.....	266
Avina S. I., Vetsner Yu. I.	272
Multicomponent systems in the production of complex NPCa-fertilizers.....	272
Мохонько В. І., Бербець І. Ф., Новікова А. М.	278
Оцінка стану масивів поверхневих вод басейну Сіверського Дінця за даними гідроморфологічного моніторингу	278
Шапвалова І. М.	282
Конструкційні матеріали озонних синтезів піридиндикарбонових кислот і піридин– N-оксидів	282
Архипова В. В., Хлопицький О. О., Скиба М. І.	286
Екологічні проблеми водойм Дніпропетровської області та шляхи їх вирішення....	286
ВИСНОВКИ	290
ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ	292
ABOUT THE AUTHORS	300
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	309

Найважливіше - використовувати технології не тільки для зниження витрат і підвищення ефективності, але і як спосіб задіяти енергію, ідеї і кращі якості людей, їх бажання працювати разом з тими, хто поділяє їхні інтереси і прагнення активно покращувати власне життя і життя людства в цілому.

Маргарет Уілмен

ВСТУП

Коллективна монографія «Сучасні технології в науці та освіті» скомпонована за матеріалами IV міжнародної науково-практичної конференції присвяченої пам'яті видатного науковця Горбунова Миколи Івановича, що проводилась на базі Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. В роботі розглянуто сучасні технології орієнтовані на створення матеріальних та інформаційних продуктів в різних сферах виробництва, освіти та науки. В колективній монографії досліджено формування перспективних науково-технічних та технологічних розробок, інноваційних проектів за наступними напрямками: будівництво та архітектура; комп'ютерні науки, інженерія та кібербезпека; транспорт та логістика; матеріалознавство, фізика, електрична інженерія; машинобудування, хімічні технології, інженерія, екологія та екологічна безпека; вища освіта.

Коллективна монографія складається з чотирьох розділів, які охоплюють застосування сучасних технологій у різних сферах людської діяльності. У першому розділі «Сучасні технології у будівництві та архітектурі» розглянуто актуальні питання у галузі будівництва та містобудування, а саме: сучасні BIM-технології, перспективні напрямки благоустрою територій та фактори, що впливають на вартість житла, новітні енергоефективні матеріали та технології. В розділі «Сучасні технології в освітньому процесі та комп'ютерній інженерії» розглянуті такі актуальні питання, як професійний конкурс в умовах навчального процесу, особливості безперервної професійної педагогічної освіти, використання транспортного імітаційного моделювання в навчальному процесі, математичні та статистичні методи для вирішення практичних задач в різних сферах сучасного цифрового світу, алгоритми машинного навчання та штучного інтелекту, методи аналізу даних та їх організація. Проблеми розвитку транспорту та логістики розглядалися в третьому розділі колективної монографії. В ньому визначені актуальні питання у галузі залізничного транспорту та автомобілебудування, а також логістичних перевезень як на автомобільному транспорті, так і на залізничному, а саме: підвищення безпеки конструкції котла вагон-цистерни, методологія встановлення норм часу для обробки вантажів в логістичному ланцюзі «від двері до двері», інноваційні концепти кузовів напіввагона, застосування водню в теплових двигунах локомотивів, дослідження зносу вуглець-вуглецевих композит-

них фрикційних матеріалів. Четвертий розділ «Сучасні технології в фізиці, хімії, машинобудуванні та екології» присвячений проблемам, що виникають при електроспоживанні, в стохастичних процесах оптико-електронних систем, реалізації структурованих світлових полів та голографічних пристроїв, удосконалення виробництв з урахуванням екологічних потреб регіонів і перспективні технології отримання хімічних речовин, екологічні проблеми стану поверхневих вод країни.

Розробка сучасних технологій в науці, освіті та на виробництві є актуальним завданням, що надає можливість підвищувати як якість підготовки фахівців, так й їх відповідність до вимог сьогодення.

Розділ І.

ІННОВАЦІЇ У БУДІВНИЦТВІ ТА АРХІТЕКТУРІ

УДК 629.4.015

НАУКОВІ ПОШУКИ І ВАГОМІ ДОСЯГНЕННЯ В ГАЛУЗІ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ПРОФЕСОРА М.І. ГОРБУНОВА

Могила В. І., Кузьменко С. В.

У 80-х роках минулого століття, доктором технічних наук, професором О. Л. Голубенко була створена наукова школа «Теорія зчеплення з рейками рушійних коліс рухомого складу і наукові принципи удосконалення ходової частини залізничного екіпажу з метою покращення тягових якостей локомотивів», яка не одно десятиліття виконує актуальні науково-дослідні роботи у сфері залізничного транспорту. Останні роки загальне керівництво провідного напрямку школи здійснював доктор технічних наук, професор М.І. Горбунов, видатний вчений і творча людина, завдяки ініціативі якого були виконані багато унікальних досліджень в рамках програм «Комплексна державна програма енергозбереження» та «Державна науково-технічна програма розвитку залізничного транспорту України».

До найбільш вагомих досліджень слід віднести такі роботи держбюджетного фінансування, як: «Фундаментальні основи створення адекватно-спрямованого напружено-деформованого стану мультифункціональних модулів вагонконструкцій з можливостями перспективного широкого машинобудівного застосування», «Розроблення науково-технічних рішень проблеми забезпечення високошвидкісного руху поїздів комбінованого транспорту на залізницях України», «Теорія та практика системного підходу створення новітнього рухомого складу залізниць мультифункціональним управлінням термомеханічною навантаженістю «колесо-колодка-рейка» для підвищення безпеки, енерго- та ресурсозаощадження», «Розвиток наукових принципів діагностування механічних транспортних систем на основі аналізу динамічних коливальних процесів їх елементів», «Створення концептуально нових вантажних вагонів модульного типу, як основа забезпечення позицій України на ринках залізничних вантажоперевезень та машинобудування», «Створення багатофункціональних наукомістких методів енергетичного керування інженерією поверхонь контакту «колесо-рейка» для забезпечення екологоефективної передачі потужності», «Розробка інноваційного інструментарію створення високоефективного вантажного вагону, як основа формування конкурентних переваг транспортних коридорів України».

Найбільш важливими результатами проведених наукових досліджень слід вважати:

- концепцію оцінки дефектних коліс залізничного рухомого складу за результатами аналізу записів прискорень рейок при проїзді рухомого складу; алгоритм попередньої обробки отриманих записів прискорень рейок, який не потребує даних про швидкість руху та тип рухомого складу, а також алгоритм статистичної обробки записів прискорень рейки для виявлення дефектних коліс; методологію ідентифікації дефектних коліс рухомого складу на основі аналізу прискорень рейок та виявлення підвищених ударних навантажень;

- математичну модель щодо встановлення факторів, та їх впливу на величину прискорень рейки та узгодженість коливань з напружено-деформованим станом рейки; діагностичні параметри на основі спектрального аналізу та фактори, які найбільш впливають на величину прискорень рейки; технічні рішення спрямованих на зниження динамічного впливу вантажних вагонів на рейки;

- алгоритм обробки масивів даних на основі аналізу бази записів прискорень елементів конструкцій механічною системи на основі чого встановлено закономірності між динамічними процесами у системі рухомий склад – колія;

- концепція створення принципово нової конструкції вагона нового покоління та сімейства вантажних вагонів нового покоління модульного типу; критерій оптимальності, який дає уявлення про ефективність використання конструкції за величиною маси;

- зміни норм розрахунків візків вагона в частині обліку поздовжніх сил, що діють при скачуванні вагона з гірки; перекоосу боковин візки при їх забіганні; зниження абразивного і корозійного зносу кришок люка за рахунок створення циклічних напружень різного знаку в механізмі відкривання кришки люка піввагона з встановлення мінімальної (критичної) товщини несучого листа; нова конструкція візка вантажного вагона (боковина і надресорна балка) на умовах статичної рівномірності прокатного типу, яка забезпечує значне зменшення маси.

- математична модель трибологічного контакту з інтенсивним виділенням теплоти в системі «колесо-рейка-гальмівні елементи», що дозволяє визначати локальну поверхневу температуру взаємодіючих елементів в залежності від різних факторів. При досягненні поверхневої температури в локальному контакті понад 450-550°C відбувається значне погіршення механічних властивостей взаємодіючих поверхонь, що веде до зниження сили тертя і їх інтенсивного зносу; управління процесом фрикційної взаємодії трибологічного контакту за рахунок регулювання температури примусовим охолодженням, що дозволяє стабілізувати коефіцієнт зчеплення;

- процес керування температурою в зоні трибологічного контакту, створюються умови управління процесом зчеплення колеса з рейкою, а примусове забезпечення сталості температури в контакті призводить до стабілізації коефіцієнта зчеплення на максимальному рівні.

- теорія управління термомеханічної навантаженістю локального трибологічного контакту, що полягає в очищенні і охолодженні контактуючих поверхонь двофазним потоком гранул сухого льоду і примусовим охолодженням сти-

сненим повітрям за допомогою трубки Ранка-Хілша для досягнення стабільної температури в контакті.

Молодими науковцями, учнями професора М.І. Горбунова, доцентами Ноженко О.С., Кравченко К.О., Кара С.В., Ковтанець М. В., Ноженко В.С. та Провірова О.В. в різні роки були отримані Гранти Президента України для підтримки наукових досліджень молодих учених.

Колективом викладачів, співробітників, аспірантів, докторантів та студентів спеціальності «Залізничний транспорт» під керівництвом професора М.І. Горбунова тільки за останні роки опубліковано: 562 друковані праці (35 зі студентами), з них 17 монографій, 65 друкованих праць в міжнародних журналах, отримано 154 патенти на корисні моделі, захищено 1 докторська та 12 кандидатських дисертації. Організовані та проведені низка міжнародних науково-технічних конференцій «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» та «Транспорт і логістика: проблеми та рішення».

Широке коло досліджень дозволило професору М.І. Горбунову поширити міжнародну співпрацю з вченими та фахівцями Глобальної мережі університетів у галузі залізничного транспорту (Global Network of Railway Universities) Rail Uni Net провідних країн, таких як США, Бразилія, Австралія, Португалія, Італія, Велика Британія, Швеція, Чехія, Австрія, Німеччина, Словаччина тощо (<http://railtalent.org/activities>).

НАУКОВІ ПОШУКИ І ВАГОМІ ДОСЯГНЕННЯ В ГАЛУЗІ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ПРОФЕСОРА М.І. ГОРБУНОВА

Могила В. І., Кузьменко С. В.

В статті представлено коло наукових досліджень професора М.І. Горбунова, які проводилися в рамках держбюджетних та госпрозрахункових договорів в яких було створені концепції оцінки дефектних коліс залізничного рухомого складу, алгоритму обробки масивів даних на основі аналізу бази записів прискорень елементів конструкцій, створення конструкції вагона модульного типу, розрахунків візків вагона в частині обліку поздовжніх сил, що діють при скачуванні вагона з гірки, моделі трибологічного контакту з інтенсивним виділенням теплоти в системі «колесо-рейка-гальмівні елементи», теорії управління термомеханічною навантаженістю локального трибологічного контакту. Широкий комплекс досліджень, який проводився у колективі науковців, дозволив професору М.І. Горбунова за останні роки опублікувати 562 роботи, отримати 154 патенти на корисні моделі, забезпечити організацію і проведення низки науково-технічних конференцій, його учням захистити 1 докторську і 12 кандидатських дисертацій.

НАУЧНЫЕ ПОИСКИ И ВЕСОМЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА ПРОФЕССОРА Н.И. ГОРБУНОВА

Могила В. И., Кузьменко С. В.

В статье представлены круг научных исследований профессора Н.И. Горбунова, которые проводились в рамках госбюджетных и хозрасчетных договоров в которых бы-

ло созданы концепции оценки дефектных колес железнодорожного подвижного состава, алгоритма обработки массивов данных на основе анализа базы записей ускорений элементов конструкций, создания конструкции вагона модульного типа, расчетов тележек вагона в части учета продольных сил, действующих при скачивании вагона с горки, модели трибологического контакта с интенсивным выделением теплоты в системе «колесо-рельс-тормозные элементы», теории управления термомеханической нагрузкой локального трибологического контакта. Широкий комплекс исследований, проводимых в коллективе ученых, позволил профессору Н.И. Горбунову за последние годы опубликовать 562 работы, получить 154 патентов на полезные модели, обеспечить организацию и проведение ряда научно-технических конференций, его ученикам защитить 1 докторская и 12 кандидатских диссертаций.

SCIENTIFIC RESEARCH AND SIGNIFICANT ACHIEVEMENTS IN THE FIELD OF RAILWAY TRANSPORT OF PROFESSOR M. GORBUNOV

Mogila V., Kuzmenko S.

The article presents a range of scientific research of Professor M. Gorbunov, which were carried out within the framework of state budget and self-supporting agreements in which the concepts of assessment of defective wheels of railway rolling stock, algorithm of data arrays processing based on analysis of database of accelerations of structural elements, creation of modular car design, calculations of carriages operating when downloading a car from a slide, models of tribological contact with intense heat release in the system «wheel-rail-brake elements», the theory of thermomechanical loading of local tribological contact. A wide range of research conducted by a team of scientists allowed Professor M. Gorbunov in recent years, has published 562 works, obtained 154 patents for utility models, provided for the organization and holding of a number of scientific and technical conferences, and defended 1 doctoral and 12 candidate dissertations for his students.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОМПОЗИЦІЙНИХ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ РІДКОСКЛЯНОГО ГРАНУЛЯТУ ОДЕРЖАНИХ ШЛЯХОМ ОБ'ЄМНОГО І КОНТАКТНОГО ОМОНОЛІЧУВАННЯ

Римар Т. Е.

Для створення матеріалів із заданою високопористою структурою - застосовують кілька десятків способів в залежності від виду вихідної сировини і заданих властивостей виробів. Разом з тим можна виділити шість основних способів поризації: видалення пороутворювача, неплотна упаковка, контактне омонолічування, об'ємне омонолічування, створення комбінованих структур і спучення [1].

Контактне омонолічування. Спосіб, широко використовуваний при виробництві теплоізоляційних та акустичних виробів, заснований на омонолічуванні зернистих і волокнистих елементів структури в місцях їх взаємного контакту за допомогою тонких клеючих прошарків. Ці прошарки створюють, вводячи в каркасоутворюючий матеріал малов'язкі композиції зв'язуючого - рівномірно і тонким шаром розподіляючи його по поверхні зерен або волокон; які потім призводять до стикання шляхом застосування до них невеликих пресуючих зусиль. В якості зв'язуючих використовують рідкотекучі композиції (переважно водні розчини) полімерів, цементу, глини, розчинного скла. Контактне омонолічування здійснюють, застосовуючи різні технологічні способи розподілу зв'язуючого по поверхні структуроутворюючих елементів, формування виробів і видалення надлишків зв'язуючого з матеріалу. На властивості виробів, одержуваних цим способом, істотно впливають реологічні характеристики зв'язуючих, їх здатність до склеювання, і методи введення у формувальну суміш.

Об'ємне омонолічування. Цей спосіб відрізняється від попереднього тим, що зв'язуючим заповнюють всі порожнечі між каркасоутворюючим матеріалом. У переважній більшості об'ємне омонолічування застосовують для отримання матеріалів з високопористих зерен. При цьому з метою збільшення загальної пористості матеріалу прагнуть застосовувати поліфракційні високопористі зерна, з тим щоб досягти їх найбільшої кількості в обсязі матеріалу. Другим ефективним прийомом підвищення пористості є застосування поризованного зв'язуючого (у вигляді піномаси). Матеріал в цьому випадку отримують з комірчастою пористістю, що складається з пористості зерен і пористості зв'язуючого.

Створення комбінованих структур. Цим способом отримують високопористі вироби з двома видами пористості і більше: волокнисто-комірчастої, зернисто-комірчастої, волокнисто-комірчато-капілярної і т. п. Метою створення комбінованих структур є збільшення загальної пористості виробів, підвищення їх міцнісних показників при вигині. Цей спосіб включає безліч технологічних різ-

новидів, що відрізняються послідовністю отримання пористих структур, а також сполученнями технологічних операцій [1].

Метою даної роботи є дослідження властивостей композиційних теплоізоляційних матеріалів на основі рідкого скла, одержаних шляхом об'ємного і контактного омонолічування та вибір найбільш ефективного способу одержання матеріалу.

В роботі запропоновано два методи одержання композиційних теплоізоляційних матеріалів у вигляді блоків: об'ємне омонолічування і контактне омонолічування. Об'ємне омонолічування проводилося шляхом змішування неспученого гранульованого заповнювача з рідкоскляним зв'язуючим (РСЗ) і подальшим їх спученням за допомогою НВЧ випромінювання. При контактному омонолічуванні застосовувався спучений гранульований заповнювач, проміжки між яким згодом заповнювалися спученим рідкоскляним зв'язуючим, яке також отверджується під впливом НВЧ випромінювання.

Вибір способу омонолічування рідкоскляного грануляту зв'язуючим проводився шляхом визначення основних фізико-механічних характеристик теплоізоляційних матеріалів в залежності від співвідношення гранульованого заповнювача до зв'язуючого. Були визначені такі важливі характеристики теплоізоляційних матеріалів як середня густина, міцність, водопоглинання та сорбційна вологість, які дозволяють оцінити якість отриманих зразків. Дані залежності наведені на рис. 1-3.

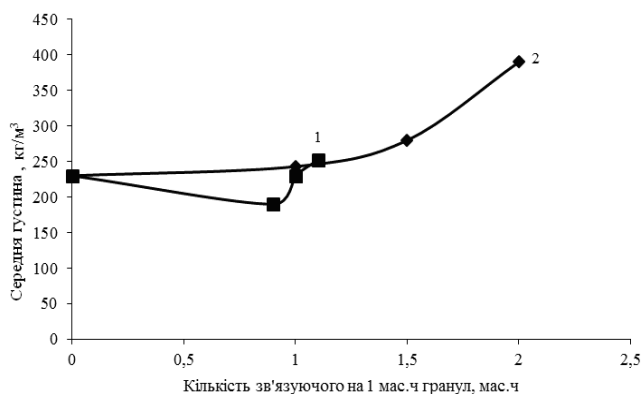


Рис. 1. Залежність середньої густини композиційного матеріалу від співвідношення зв'язуючого до гранульованого заповнювача:

1 - об'ємне омонолічування; 2 - контактне омонолічування

На наведеному графіку нульова точка відповідає середній густині матеріалу, отриманого без застосування зв'язуючого, тобто спіканням тільки гранул. При такому способі одержання теплоізоляційного матеріалу утворюється значна кількість великих пустот в міжгранульному просторі, що негативно позначається на властивостях зразків. Введення зв'язуючого до складу матеріалу дозволяє домогтися заповнення міжгранульного простору, тим самим зміцнити матеріал і підвищити його водо- і вологостійкість. Як видно з рисунка, при збільшенні кі-

лькості зв'язуючого щодо гранульованого матеріалу, середня густина блоку також збільшується. При об'ємному омонолічуванні для досягнення однорідної структури матеріалу потрібна невелика кількість зв'язуючого, яке рівномірно заповнює порожнечі між гранулами, що спучуються. При найвищому співвідношенні зв'язуючого до гранульованого заповнювача – 1 : 1,1 середня густина зразка становить 252 кг/м³. У разі контактного омонолічування при найвищому співвідношенні зв'язуючого до гранульованого заповнювача – 1 : 2 середня густина матеріалу досягає значення 390 кг/м³. Тобто при зростанні кількості зв'язуючого щільність упаковки гранул падає, так як відстань між каркасоутворюючими елементами (гранулами) збільшується, що призводить до утворення великих порожнеч при спученні зв'язуючого і їх схлопуванні, середня густина матеріалу при цьому значно зростає.

При співвідношенні гранульованого заповнювача до зв'язуючого в кількості 1 : 1 для об'ємного омонолічування середня густина матеріалу найнижча – 243 кг/м³, однак отриманий зразок має незадовільний зовнішній вигляд, тому що верхній шар гранул має не повне покриття зв'язуючим. Порівняно низькою середньою густиною в поєднанні з задовільним зовнішнім виглядом характеризується матеріал, отриманий при співвідношенні кількості гранул до зв'язуючого 1 : 1,5 - 280 кг/м³.

Одними з визначальних характеристик для теплоізоляційних матеріалів є водопоглинання і сорбційна вологість (гігроскопічність), так як надмірне поглинання матеріалом вологи призводить до погіршення його теплоізоляційних характеристик.

Не дивлячись на те, що матеріал, отриманий спіканням тільки гранул (нульова точка), характеризується більш низькими показниками водопоглинання і сорбційної вологості, він має низьку міцність і незадовільний зовнішній вигляд. Як видно з даних рис. 2, в разі контактного омонолічування при збільшенні кількості зв'язуючого щодо 1 мас. ч. гранульованого заповнювача водопоглинання і сорбційна вологість зростає відповідно до 300% і 34%. Низька адгезія РСЗ до гранул зумовлює утворення великої кількості порожнеч у міжгранульному просторі, що викликає надмірне поглинання води та її пари з навколишнього середовища.

Для матеріалів, отриманих об'ємним омонолічуванням, показники водопоглинання і сорбційної вологості значно нижчі: при збільшенні кількості зв'язуючого до 1,1 на 1 мас. ч. гранул показники зростають до 53,7% і 14,5%. Завдяки одночасному спученню гранул і зв'язуючого утворюється щільна упаковка гранул, заповнена спученим зв'язуючим дрібною пористістю, що запобігає активному поглинанню води та її пари.

Порівнюючи зразки, отримані при однаковому співвідношенні гранульованого заповнювача до зв'язуючого – 1 : 1 як для об'ємного, так і контактного омонолічування (середня густина зразків практично однакова і становить 230 кг/м³ і 242 кг/м³ відповідно). У разі об'ємного омонолічування межа міцності при вигині становить 0,85 МПа, при контактному - 0,7 МПа. Застосування не-

спучених, «сирих» гранул в першому випадку обумовлює щільну упаковку гранул при збільшенні їх об'єму в процесі спучення, а поризоване зв'язуюче заповнює міжгранульні порожнечі, і при цьому не тільки покращує теплотехнічні властивості матеріалу, а й зміцнює його. При контактному омоноличуванні, коли використовуються заздалегідь спучені гранули, міцність теплоізоляційного матеріалу нижче, тому що гранули нерівномірно розподіляються в шарі зв'язуючого, при цьому низька адгезія між компонентами суміші спричиняє руйнування зразків в місцях контакту гранул і зв'язуючого.

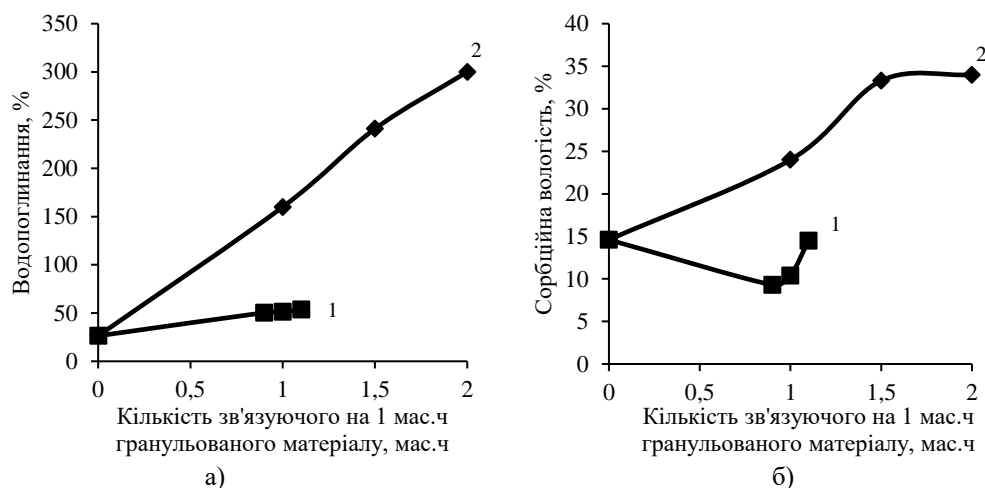


Рис. 2. Залежність водопоглинання (а) і сорбційної вологості (б) композиційного матеріалу від співвідношення зв'язуючого до гранульованого заповнювача: 1 - об'ємне омоноличування; 2 – контактне омоноличування

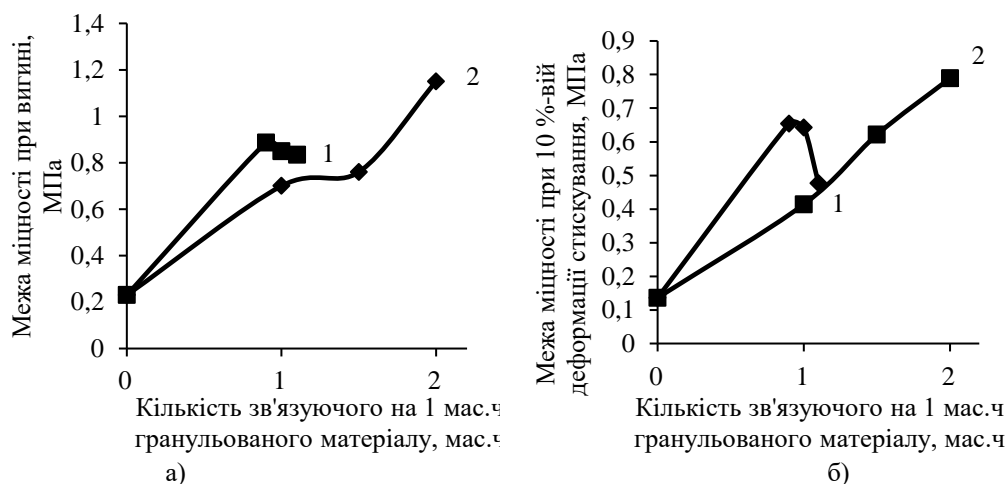


Рис. 3. Залежність межі міцності при вигині (а) і при 10%-вій деформації стискування (б) блокового матеріалу від співвідношення зв'язуючого до гранульованого заповнювача: 1 - об'ємне омоноличування; 2 – контактне омоноличування

Показники межі міцності при 10%-вій деформації стискування для матеріалів, виготовлених при співвідношенні гранул і зв'язуючого 1 : 1 шляхом об'ємного і контактного омоноличування складають 0,642 і 0,414 МПа відповідно. Утворення великих порожнеч, їх схлопування, а також нерівномірність структури матеріалу, отриманого контактним омоноличуванням, є причиною більш низького показника міцності при стискуванні.

Таким чином, одержання композиційних теплоізоляційних матеріалів шляхом об'ємного омоноличування, тобто одночасним спученням гранульованого заповнювача і рідкоскляного зв'язуючого, дозволяє запобігти усадкових явищ, утворення тріщин, осідання піни і утворення великих пор, завдяки щільній упаковці гранул, які спікаються між собою і рівномірному розподілу спученого зв'язуючого, що заповнює міжгранульний простір. Як наслідок, такі матеріали характеризуються більш високими опором поглинанню води та її пари, а також вищими міцнісними показниками при нижчій середній густині.

Література

1. Калдыбекова Ж.Б., Бренер А.М., Сырманова К.К. Некоторые аспекты моделирования структуры высокопористых материалов. *Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан*. 2007. № 3. С. 52-55.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОМПОЗИЦІЙНИХ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ РІДКОСКЛЯНОГО ГРАНУЛЯТУ ОДЕРЖАНИХ ШЛЯХОМ ОБ'ЄМНОГО І КОНТАКТНОГО ОМОНОЛІЧУВАННЯ

Римар Т. Е.

На підставі дослідження властивостей композиційних теплоізоляційних матеріалів на основі рідкого скла проводився вибір найбільш ефективного способу омоноличування гранульованого заповнювача зв'язуючим при їх одержанні під впливом НВЧ випромінювання. Запропоновано два методи одержання матеріалів: об'ємне і контактне омоноличування. Об'ємне омоноличування проводилося шляхом змішування неспучених гранул з рідкоскляним зв'язуючим і подальшим їх спученням під дією НВЧ випромінювання. При контактному омоноличуванні застосовувався спучений гранульований заповнювач, проміжки між яким згодом заповнювалися рідкоскляним зв'язуючим, яке спучується і отверджується під дією НВЧ випромінювання.

Ключові слова: композиційний теплоізоляційний матеріал, рідке скло, спучення, НВЧ випромінювання, об'ємне омоноличування, контактне омоноличування.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЖИДКОСТЕКЛЬНОГО ГРАНУЛЯТА ПОЛУЧЕННЫХ ПУТЕМ ОБЪЕМНОГО И КОНТАКТНОГО ОМОНОЛИЧИВАНИЯ

Рымар Т. Э.

На основании исследования свойств композиционных теплоизоляционных материалов на основе жидкого стекла проводился выбор наиболее эффективного способа омоноличивания гранулированного заполнителя связующим при их получении под влияни-

ем СВЧ излучения. Предложено два метода получения материалов: объемное и контактное омоноличивание. Объемное омоноличивание проводилось путем смешения невспученных гранул с жидкостекольным связующим и дальнейшим их вспучиванием под действием СВЧ излучения. При контактном омоноличивании использовался вспученный гранулированный наполнитель, промежутки между которым впоследствии заполнялись жидкостекольным связующим, которое вспучивается и отверждается под действием СВЧ излучения.

Ключевые слова: композиционный теплоизоляционный материал, жидкое стекло, вспучивание, СВЧ излучение, объемное омоноличивание, контактное омоноличивание.

RESEARCH OF THE PROPERTIES OF COMPOSITE HEAT INSULATING MATERIALS BASED ON LIQUID GLASS GRANULES OBTAINED BY VOLUME AND CONTACT GROUTING

Rymar T.

Based on the study of the properties of composite heat-insulating materials based on liquid glass, the most effective method for the homogenization of a granular filler with a binder was selected when they were obtained under the influence of microwave radiation. Two methods of obtaining materials have been proposed: volumetric and contact grouting. Volumetric grouting was carried out by mixing non-expanded granules with a liquid glass binder and then expanding them under the action of microwave radiation. In contact grouting, an expanded granular aggregate was used, the gaps between which were subsequently filled with a liquid glass binder, which is admitted and hardened under the action of microwave radiation.

Keywords: composite thermal insulation material, liquid glass, bloating, microwave irradiation, volume grouting, contact grouting.

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БУДІВЕЛЬНОГО ЛІКВІДАЦІЙНОГО ЦИКЛУ

Уваров П. Є., Білошицький М. В., Шпарбер М. Є.

Надзвичайно важливим напрямом наукових досліджень в області комплексної реконструкції аварійно небезпечного та застарілого житлового фонду є розвиток сучасних технологій з використанням новітніх технічних засобів та обладнання, а також форм організації будівельно-ліквідаційного циклу будівельних об'єктів.

Теоретичною основою обґрунтування комплексної реконструкції житлового кварталу та розгляду структури і параметрів будівельного ліквідаційного циклу, формування, моделювання та проектування може служити системна методологія, реалізована в системотехніці будівництва в розділі організаційно-технологічного проектування [1, 2, 4, 5].

Аналіз сучасних досліджень. Сучасний науково-технологічний рівень, з одного боку диктує нові, як правило, підвищені вимоги до науково-технічного забезпечення й супроводу об'єктів будівництва [1, 2, 5], з іншого боку розкриває нові можливості та перспективи для їх вдосконалення. На сучасному етапі «будівельно-реконструктивного» виробництва до проектування ліквідаційної стадії життєвого циклу «житло-систем» ставляться наступні вимоги: системність, безпека, гнучкість, ресурсозбереження, якість й ефективність [2, 3, 5].

Виконаний аналіз сучасних досліджень та наукових публікацій, в яких було започатковано концептуально-теоретичні обґрунтування можливості рішення вказаної проблеми [3, 4, 5] продемонстрував, що в якості основної мети дослідження нормалізації ліквідаційного циклу об'єкта будівництва (ЛЦОБ) можливо прийняти розробку концептуального підходу до моделювання, методологічних принципів організаційно-технологічного проектування ЛЦОБ, формування інструментарію, що дозволить моделювати процеси вибору і конструювання раціонально-обґрунтованих організаційно-технологічних рішень у ліквідаційній функціональній системі (ЛФС), а також науково-технічна підготовка та інженерний супровід завершального етапу життєвого циклу окремих будівельних об'єктів та мікрорайонів «застарілого житлового фонду».

Мета роботи. Формування концептуальних положень й методологічних принципів щодо нормалізації моделювання та організаційно-технологічного проектування ЛЦОБ.

Основні результати досліджень. Використання загальних принципів системної концепції теоретично-множинного моделювання організаційно-технологічних рішень забезпечення ліквідаційного циклу (ОТРЛ) дає можливість розгляду поняття «множина» щодо подання власне будівельних систем як

сукупності елементів членування, так й об'єкту в цілому в межах сформованих понять теорії множин.

Так систему $\{ЛФС\} \cup \{ЛЦОБ\}$ можливо представити в якості сукупності парних відносин, що визначаються як добуток множин

$$S_p = \{N, V(N), Q, \rho(N)\}, \quad (1)$$

де N та $V(N)$ відповідно сформована безліч елементів й внутрішніх існуючих зв'язків між ними;

Q - безліч операторів сполучення елементів (взаємозумовленості) та відповідно безліч активних, пасивних і нейтральних контактів;

$\rho(N)$ - безліч компонентів й параметрів системи.

Основне призначення ЛФС це концептуально-методологічне забезпечення функцій виведення з експлуатації та ліквідації об'єктів будівництва: які відслужили свій фізичний та моральний терміни, або аварійно небезпечних в експлуатації, та інших форс-мажорних природно-техногенних ситуацій.

Системоутворюючим фактором (цільова функція) ЛФС виступає результат - забезпечення ефективної та безпечної ліквідації об'єктів будівництва згідно проектним параметрам.

Структурний аналіз складу та змісту номенклатури процесів розбирання (демонтажу), руйнування, зносу й переробки складових елементів дозволив виділити наступні компоненти будівельних технологій:

- **конструкція** - частина загального конструктивного рішення, частини або в цілому об'єкту будівництва, що має свою специфічну структуру а також склад елементів, з яких вона формується;

- **матеріал конструкцій**, на який спрямована послідовність руйнуючих дій по його переробці, зміні форми, характеристик й положення в просторі для роз'єднання, розчленування та знесення конструкції;

- **технологічний процес** руйнівних впливів, їхній склад, послідовність необхідних дій, їх режими й параметри;

- **технічні засоби** (машини, механізми, обладнання та інструмент), за допомогою яких можливо реалізувати технологічний процес руйнівного впливу.

Розгляд основи технологічної структури будівельного технологічного процесу ліквідаційного циклу (БТПл) в конкретних умовах проведення робіт ліквідаційного циклу на об'єкті будівництва з прив'язкою до шкали календарного часу дозволяє ввести поняття організаційно-технологічної структури будівельно-ліквідаційного технологічного процесу (ОТБл). Модель ОТБл можна представити у вигляді:

$$m_{ОТБ} : S_m \times R \times T \rightarrow S_L, \quad (2)$$

Або структура будівельної технології та організації ліквідаційного циклу (S_L) може бути представлена у вигляді:

$$m_{OTB} : K \times P \times M \times Q \times R \times T \rightarrow S_L \quad (3)$$

де K - сукупність (множина) властивостей параметрів й характеристик, що визначають підсистему «конструкція»;

P - технологічний процес з параметрами, які характеризують підсистему «процес»;

M - сукупність (множина) властивостей параметрів які можливо віднести до підсистеми «виконавець»;

Q - сукупність (фізико-механічних, вагових, геометричних та ін.) характеристик й параметрів «матеріалу» конструктивних елементів;

R - сукупність елементів групи параметрів, факторів, умов, та особливостей виробництва робіт (виконавців);

T - сукупність параметрів, що характеризують «терміни» протікання S_L .

Сформована модель дає можливість для розкриття сукупності технологічних та організаційних взаємозв'язків між елементами системи будівельних технологій ліквідаційного циклу, їх відмінності та спільності.

Мету формування моделі ОТБл можна розглядати як заданий або найкращий результат, на досягнення якого спрямоване функціонування систем ЛФС та ЛЦОБ. В якості цільової функції виступає функція змінних параметрів інтенсивності (продуктивності), тривалості, трудомісткості, вартості процесів ліквідаційного циклу об'єкта будівництва й від яких залежить досягнення параметричного критерію оптимальності (раціональної обгрунтованості).

В процесі формування цільової функції необхідно враховувати вихідні параметри ЛФС об'єктів, що підлягають ліквідації й керовані змінні (керовані параметри) організаційно-технологічних та економічних рішень за відповідними обмеженнями внутрішнього середовища будинку та зовнішнього середовища інженерної інфраструктури комплексної реконструкції кварталу (мікрорайону).

В якості признака критерію оптимальності, за яким можливо оцінювати відповідність ЛФС й ЛЦОБ заданому результату при дотриманні зазначених обмежень, приймаємо мінімакний тип критерію оптимальності: мінімум (мінімальна тривалість) ліквідаційного циклу об'єкту будівництва за рахунок планування допустимого максимуму можливих поєднань циклів технічних і організаційно-технологічних рішень - спеціалізованих потоків (процесів) розбирання (демонтажу), руйнування та знесення конструкцій, частин й об'єктів в цілому, циклів транспортування, утилізації й вторинного використання матеріалів, рекультивації порушених земель. Мінімізація значення параметрів тривалості ліквідаційного циклу дозволяє скоротити тривалість впливу негативних явищ (аварійного чи іншого характеру), максимально оперативно використовувати земельні ділянки міської інфраструктури що звільняються для реконструкції інфраструктури кварталів (мікрорайонів).

Взаємозв'язок елементів організаційно-технологічної моделі ЛЦОБ

Підсистеми	Формування параметрів підсистем
<i>K</i>	Сукупність машин, механізованих й роботизованих технічних пристроїв (рекомендований комплект)
<i>O</i>	Номенклатура (що входить до комплексу) машин, механізмів, обладнання, засобів та оснащення
<i>N</i>	Планувально-організаційна структура інфраструктури території (генплан, будівельний генеральний план тощо)
<i>Z</i>	Тип, вид об'єкту будівництва, що підлягає виведенню з експлуатації та ліквідації
<i>A</i>	Сукупність конструктивних рішень об'єкту що підлягає ліквідації. Матеріали й взаємозв'язки елементів у просторі
<i>F</i>	Зовнішні та внутрішні перешкоди в умовах підсистеми <i>N</i>
<i>D</i>	Номенклатура варіантів організаційно-технологічних схем залежно від видів руйнівних впливів
<i>E</i>	Додаткові умови, які визначають вимоги (обмеження) щодо застосування підсистем <i>K</i> и <i>O</i>

Об'єктний потік будівельного ліквідаційного циклу об'єкту будівництва розглядаємо як організаційно-технологічний процес реалізації декількох спеціалізованих будівельних потоків в часі та просторі (основні типи і види руйнівних впливів на конструкції, зв'язки, елементи, частини й будівля в цілому) яку можливо представити у вигляді моделі системно-орієнтованого мультиграфа замкнутого циклу взаємозв'язків параметрів: клас машин (засобів технічних пристроїв й обладнання); технології (методи, способи, типи та види руйнівних впливів); планування та організації формування інженерних рішень тощо з вершинами *K*, *O*, *N*, *Z*, *A*, *F*, *D*, *E* (див. рис. 1).

Побудова мультиграфа ґрунтується на «процесному» підході й принципах формування типових технологічних модулів (ТТМ) і організаційно-технологічних рішень (ОТР). Отже, для формування організації частних спеціалізованих та об'єктних потоків, в якості об'єктів типізації та нормалізації організаційно-технологічних рішень можливо приймати способи виробництва роботи, варіанти комплектів машин (технічних пристроїв, обладнання руйнівного впливу тощо).

Значення варіантів параметру інтенсивності потоку (експлуатаційної продуктивності) та відповідні обґрунтованості (організаційно-технологічних) рішень, можливо регулювати в межових величинах, параметрів, що забезпечать

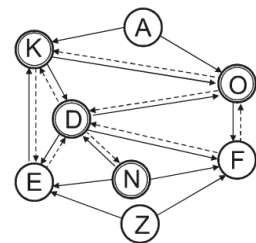


Рис. 1. Мультиграф замкнутої моделі системи взаємозв'язків параметрів технології та організації будівельно-ліквідаційного циклу

економічне використання ресурсу та доцільно обґрунтований термін тривалості ліквідаційного циклу об'єктів будівництва. При цьому, раціональне визначення загальної тривалості ліквідаційного циклу за проектними даними, тобто процесів з розбирання (демонтажу), руйнування та знесення об'єктів будівництва здійсненні на підставі організаційно-технологічного критерію мінімаксного типу: мінімум тривалості досягається за рахунок допустимого максимуму можливих поєднань частних та спеціалізованих потоків в рамках об'єктного потоку ліквідаційного циклу об'єктів будівництва. Пошук раціонального рішення має полягати у визначенні зони спільних рішень для будь-яких організаційно-технологічних рішень за допомогою методів послідовного знаходження варіантів, які найкраще відповідають критерію оцінки поставленого завдання - забезпечення проведення ефективної ліквідації об'єктів будівництва згідно з проектними термінами.

Висновки: 1. Моделювання інженерної підготовки виведення з експлуатації та ліквідації об'єктів будівництва можуть бути ефективними в разі, якщо вони базуються на методологічних принципах та засадах нормалізації організаційно-технологічного процесу й при використанні єдиної інформаційної моделі об'єкту.

2. Відповідно до модульної побудови структури типових серій житлових об'єктів будівництва та принципів нормалізації будівельних процесів (об'єктного потоку) ліквідаційного циклу може бути розроблений комплекс моделей, що дозволяє нормалізувати (формалізувати), типізувати та уніфікувати організаційно-технологічні й ресурсні зв'язки в модулях процесів, завдань і рішень кожного зі структурних рівнів типових об'єктів будівництва.

Література

1. Абарыков В.П. Оптимизация системы проектирования в строительстве / Абарыков В.П. – М.: Грааль, 2000. – 317 с.
2. Гусакова Е.А. Системотехника организации жизненного цикла объекта строительства / Гусакова Е.А. – М.: Фонд Новое тысячелетие, 2004. – 256 с.
3. Кірнос В.М. Ліквідаційний цикл: організаційно-технологічні аспекти розбирання, руйнування і знесення об'єктів будівництва / Кірнос В.М., Уваров П.Є., Кравчуновська Т.С., Барінов Д.Ю. // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. научн. трудов. – Днепропетровск: ПГАСА, 2008. – Вип. 47. – С. 305-312.
4. Олейник П.П. Разборка жилых зданий и переработка их конструкций и материалов для повторного использования / Колосков В.Н., Олейник П.П., Тихонов В.П. – М.: АСВ, 2004. – 200с.
5. Уваров Е.П. Теория циклов и закономерности формирования и управления проектами по упреждению и ликвидации аварий / Е.П.Уваров, В.М. Кирнос, Р.Б. Тяг // Материалы первой Всеукраинской конференции “Аварии на зданиях и сооружениях та їх попередження”. – К. : АСУ НИИСК, –1997. – С. 31-38.

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БУДІВЕЛЬНОГО ЛІКВІДАЦІЙНОГО ЦИКЛУ

Уваров П. Є., Білошицький М. В., Шпарбер М. Є.

Важливим напрямом наукових досліджень в області комплексної реконструкції є розвиток нових технологій з використанням сучасних технічних засобів і обладнання, та форм організації будівельно-ліквідаційного циклу житлових будинків. Запропоновано системний підхід щодо формування необхідних параметрів й показників структури комплексного технологічного процесу розбирання, руйнування та знесення конструктивних елементів й будівельних об'єктів в цілому.

Ключові слова: ліквідаційний цикл будівельного об'єкту, моделювання процесів розбирання, руйнування й знесення конструкцій, мультиграф.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНОГО ЛИКВИДАЦИОННОГО ЦИКЛА

Уваров П. Е., Белошицкий Н. В., Шпарбер М. Е.

Важным направлением научных исследований в области комплексной реконструкции является разработка новых технологий с использованием современных технических средств и оборудования и форм организации ликвидационного цикла жилых зданий. Предложен системный подход к формированию требуемых параметров и показателей структуры комплексного процесса разборки, разрушения и сноса, как конструктивных элементов, так и зданий в целом

Ключевые слова: ликвидационный цикл строительного объекта, моделирование процессов разборки, разрушения и сноса конструкций, мультиграф.

ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL MODELING OF THE CONSTRUCTION LIQUIDATION CYCLE

Uvarov P. E., Biloshitsky M. V., Shparber M. E

An important direction of scientific research in the field of complex reconstruction is the development of new technologies using modern technical means and equipment and forms of organizing the liquidation cycle of a construction object. A systematic approach to the formation of the required parameters and indicators of the structure of the complex process of dismantling, destruction and demolition of both structural elements and buildings in general is proposed.

Keywords: liquidation cycle of a construction object, modeling of the processes of disassembly, destruction and demolition of structures, multigraph.

ПЕРСПЕКТИВНІ МЕТОДИ ВИКОНАННЯ БЛАГОУСТРОЮ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТЕРИТОРІЇ

Соколан Ю. С., Кучеренко Л. В., Риндюк С. В.

Для забезпечення належного стану задоволеності населення для проживання в тому чи іншому житловому районі особливу увагу слід приділяти системі благоустрою як при забудові території, та і при її реконструкції. Серед методів реконструкції територій виділяють суцільну реконструкцію, реконструкцію ущільненням та реконструкцію розущільненням. В умовах постійного зростання щільності забудови на території України спостерігається тенденція до превалювання реконструкції ущільненням. Основною перевагою даного методу є збільшення житлового фонду до 40% [1], але він потребує підвищення якості благоустрою житлової території. Тому актуальною є задача розгляду перспективних напрямків планування системи благоустрою житлових районів.

Важливим елементом благоустрою є озеленення територій. Достатній та належний стан озеленення сприяє не тільки високому рівню задоволеності населення від території, але й покращує психофізіологічний стан населення, сприяє покращенню екологічної ситуації на території та в місті в цілому, забезпечує утворення природного бар'єру для захисту території від шуму. Перспективними шляхами виконання озеленення в умовах реконструкції ущільненням є:

- облаштування вертикального озеленення, яке дозволяє досягти високого показника озеленення в умовах щільної забудови та утворює шумозахисний бар'єр [2];

- превалювання зелених насаджень, які стійкі до зміни кліматичних, екологічних та санітарних умов;

- використання до наявних зелених насаджень методів підвищення їх морозостійкості, холодостійкості, жаростійкості, газостійкості (особливо для насаджень, розташованих вздовж вулично-транспортної мережі).

Підвищення екологічного стану території може бути досягнуто не тільки шляхом її озеленення, а й шляхом модернізації системи збирання твердих побутових відходів. Майже у всіх країнах Європи майданчики збору сміття передбачають сортування сміття для їх подальшої переробки, в той час як в Україні в більшості населених пунктів таке сортування не передбачається.

На рис. 1 наведено статистику переробки сміття (у відсотках від загальної кількості) в країнах ЄС [3] та в Україні. Як видно, відсоток переробленого сміття в Україні становить 3,6%, що в 22 рази менше ніж в Німеччині (66,7% станом на 2019 рік).

Тому перспективним шляхом покращення як системи благоустрою території, так і екологічного стану міста буде встановлення на сортувальних контейнерах. Внаслідок цього досягаються наступні позитивні зміни:

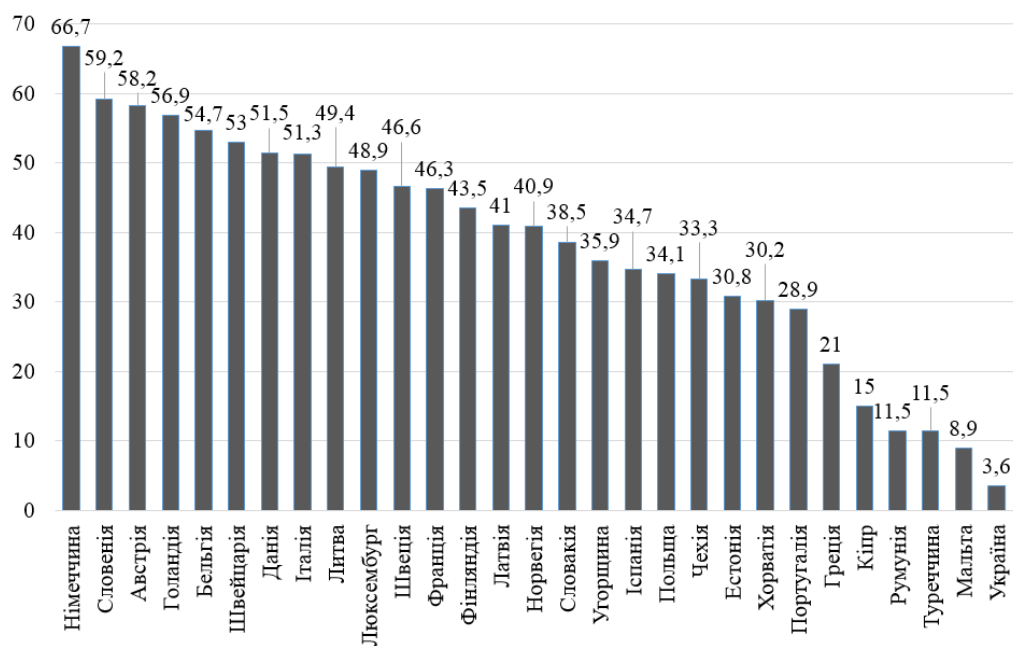


Рис. 1. Статистика об'єму переробленого сміття у відсотках від його загальної кількості

- зменшується забрудненість території поблизу майданчиків для збору сміття;
- зменшиться навантаження на полігон твердих побутових відходів міста, що в свою чергу призводить до зменшення викидів парникових газів від звалища;
- покращиться екологічний імідж житлової території та міста в цілому.

В умовах реконструкції ущільненням постає проблема підвищення показника корисного використання земельних ділянок та вивільнення територій для облаштування зелених насаджень. В сучасних умовах в країнах зарубіжжя спостерігається тенденція до будівництва багаторівневих підземних (в межах житлової забудови) або наземних паркінгів (поза її межами) [4]. У випадку облаштування підземних паркінгів на їх поверхні влаштовують ландшафтні композиції. Таким чином, підвищується показник корисного використання площі, оскільки певна ділянка забезпечує одразу два елементи системи благоустрою.

Оскільки реконструкції ущільненням характерне збільшення житлового фонду та щільності заселення території, особливу увагу при реконструкції території слід приділити вулично-транспортній мережі. Перспективним засобом розвантаження автомобільних доріг є побудова велодоріжок, що покращує не тільки рівень задоволеності населення, що проживає на певній території, а й підвищує рівень безпеки велосипедистів. Забезпечення належних умов безпечного пересування велосипедистів містом змотивує більшу кількість населення надати перевагу екологічно чистому виду транспорту, внаслідок чого зменшиться кількість шкідливих викидів в атмосферу.

При реконструкції території слід приділити увагу будівництву площадок для вигулу тварин. Проблема спеціально виділених та обладнаних місць для вигулу домашніх тварин в Україні досягла неперевершених масштабів. Наприклад, у столиці України м. Києві, на населення у 2,884 млн. осіб всього 5 майданчиків для вигулу домашніх тварин, які розташовані в основному на окраїнах міста. В центральних районах міста такі площадки та зони відсутні взагалі. Аналогічна проблема у м. Львів, в якому на 720 тис. осіб всього 3 місця для вигулу домашніх тварин, і тільки одне з них розташоване в центральному районі міста, по одному місцю у північному та південному районах, а у західній та східній стороні – жодного. При цьому, всі місця для вигулу тварин розташовані неподалік від виїзду з міста у районах, яким характерна не щільна забудова та низька щільність населення, а у районах із найбільшою щільністю населення такі майданчики відсутні взагалі.

Застосування таких підходів при реконструкції території призведе до покращення задоволеності населення, що проживає в межах даного району міста та сприятиме загальному розвитку міста європейського стандарту.

Література

1. Соколан Ю.С., Кучеренко Л.В., Лялюк О.Г. Дослідження ефективності системи благоустрою при різних методах реконструкції території // Міжнародна науково-технічна конференція «Інноваційні технології в будівництві - 2020». 10-12.11.2020, м. Вінниця.
2. Риндюк С.В., Семко Т.В. Сучасний ландшафтний дизайн як діяльність по організації середовища // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2020. – №1. – С. 87-92.
3. Recycling rate of municipal waste. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/t2020_rt120/default/bar?lang=en
4. Соколан Ю.С., Кучеренко Л.В. Аналіз досвіду планування системи благоустрою житлових територій при реконструкції // Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. – 2021. - №2 (295). – С. 7-14.

ПЕРСПЕКТИВНІ МЕТОДИ ВИКОНАННЯ БЛАГОУСТРОЮ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТЕРИТОРІЇ

Соколан Ю. С., Кучеренко Л. В., Риндюк С. В.

В умовах постійного зростання щільності забудови на території України спостерігається тенденція до превалювання реконструкції ущільненням. Зростає актуальність розгляду перспективних напрямків планування системи благоустрою житлових районів, яка може бути забезпечена більш корисним використанням земельних ділянок шляхом облаштування підземних паркінгів із ландшафтними композиціями та озелененням на наземній частині даної території.

Ключові слова: реконструкція території, система благоустрою, озеленення, сортування та переробка твердих побутових відходів, екологічний стан територій.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ВЫПОЛНЕНИЯ БЛАГОУСТРОЙСТВА ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ТЕРРИТОРИИ

Соколан Ю. С., Кучеренко Л. В., Рындюк С. В.

В условиях постоянного увеличения плотности застройки на территории Украины наблюдается тенденция к превалированию реконструкции уплотнением. Увеличивается актуальность рассмотрения перспективных путей планирования системы благоустройства жилых районов, которая может обеспечиваться более полезным использованием земельных участков путем обустройства подземных паркингов с ландшафтными композициями и озеленением на наземной части данной территории.

Ключевые слова: реконструкция территории, система благоустройства, озеленение, сортировка и переработка твердых бытовых отходов, экологическое состояние территорий.

ADVANCED TECHNIQUES OF URBAN BEAUTIFICATION IMPROVEMENT IN VIEW OF TERRITORY RECONSTRUCTION

Sokolan Iu., Kucherenko L., Ryndiuk S.

Within the conditions of the increasing of built up footprint on the territory of Ukraine, the tendency in dominance of impaction reconstruction is been observed. The envisage applicability of advanced ways in urban beautification of residential area planning increases. It can be achieved by more value-added use of land parcels by arrangement of underground parking lots with landscape compositions and urban gardening on superstructure of given territory.

Keywords: territory reconstruction, urban beautification, urban gardening, sorting and recycling of solid domestic waste, ecological state of territories.

ГОЛОВНА ІДЕЯ КОНКУРСНОГО ПРОЕКТУ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ

Моркляник О. І., Мельник В. А., Кукурудза А. Р.

Доповідь присвячена щорічному Всеукраїнському студентському конкурсу STEEL FREEDOM 2020. Розглянуто конкурсний проект команди учасників I-853 (В. А. Мельник, А. Р. Кукурудза; кер. проекту: к. арх., доц. О. І. Моркляник) Національного університету «Львівська політехніка»; результати участі в конкурсі та перспектива розвитку проекту.

Метою доповіді є висвітлення і обґрунтуванням головної ідеї конкурсного проекту багатофункціонального спортивно-навчального комплексу.

Конкурсний проект передбачає концептуальний підхід, що в свою чергу передбачає ідейність та системність в архітектурному проектуванні. Основною метою концептуального підходу є пошук головної ідеї, що розробляється, перетворюється і матеріалізується у вигляді проекту [1]. Одним із завдань конкурсу STEEL FREEDOM 2020 було створення проекту багатофункціонального спортивно-навчального комплексу в місті Івано-Франківськ (посилання на конкурсне завдання: <https://steelfreedom.ua/conditions.html>). Мета проведення конкурсу полягає у приверненні уваги громадськості до актуальних проблем сучасної архітектури, залучення молодих архітекторів для знайдення креативних рішень та втілення найсміливіших ідей у створенні концептуальних проектів зі сталі.

Головна ідея конкурсного проекту для команди I-853 полягала у створенні мультифункційної архітектурної структури, в котрій буде забезпечений логічний і оптимальний взаємозв'язок функціональних блоків приміщень і структурних вузлів проектованого об'єкту.

Основні завдання проекту:

- ревіталізація архітектурного простору промислово-індустріальної частини міста з перспективою забудови цієї території закладами громадського призначення;

- створення багатофункційної будівлі з комунікативно-рекреаційними просторами в ній, що надаються до трансформацій, в разі необхідності чи зміни функціонального призначення будівлі.

Проектowana будівля спортивно-навчального комплексу складається з таких функціональних зон: житлової, навчальної, спортивної, зони громадського харчування та зони офісних приміщень. Навчальна функція представлена традиційними класними приміщеннями та приміщеннями меншої місткості, для ефективного проведення занять з дисциплін, що передбачають розподіл класу на підгрупи. Спортивна функція представлена тренажерним та гімнастичним залами. Розміщення тренажерного залу в рівні I поверху на відмітці ± 0.000 дає можливість його трансформації для влаштування показових виступів чи змагань з тих

чи інших видів спорту. В рівні I поверху на відмітці ± 0.000 фрагментарно розширений комунікативно-рекреаційний простір перед тренажерним залом, що обумовлено великим скупченням дітей перед входами в зал (рис. 1.).

В рівні II та III поверхів такий комунікативно-рекреаційний простір створений для соціальної комунікації учнів на перервах між заняттями і у вільний час.

Громадське харчування представлено ресторацією та їдальнею. В проєкті забезпечена вимога зв'язку загальної рецепції, холу та ресторації. Також передбачено зв'язок готелю та ресторації в рівні I поверху; на вищих рівнях простежується взаємозв'язок житлових кімнат гуртожитку, спортивних приміщень, навчальних класів та залу їдальні.

При закладанні горизонтальних та вертикальних комунікацій, важливим завданням було створення умов доступності для маломобільних відвідувачів. В рівні I поверху передбачено евакуаційні та аварійні виходи, які є розсередженими та рівновіддаленими від головного входу будівлі. Житловий блок запроектовано як протипожежний відсік [2]. Зосереджено увагу на евакуації, зокрема, неповносправних у супроводі. Для цього запропоновано забезпечити будівлю комплексу евакуаційними кріслами Evac+Chair [3].



Рис. 2. Вигляд південного фасаду



Рис. 1. План на відмітці ± 0.000

Архітектурна форма.

Композицію архітектурно-планувального рішення розроблено згідно функціонального зонування будівлі комплексу. Прийнятий централізований

тип об'ємно-просторової структури витікає з організації внутрішнього простору будівлі та особливої конфігурації ділянки проектування. В результаті, отримано складну багатогранну геометричну архітектурну форму.

Промислове середовище задає загальний обрис та характер формування простору. Для забезпечення виразності проектованого об'єкту у фасадних системах передбачено використання енергоефективного покриття GreenCoat Anti-Graffiti BT та застосування «COR-TEN» в поєднанні з облицювальною цеглою. Спортивно-навчальний комплекс, повинен стати простором для навчальної та дослідницької діяльності учнів, надати можливість займатися оздоровчою фізкультурою та спортом, а також забезпечити тимчасове проживання в ньому. Така перспектива дасть змогу «оживити» цей куточок міста Івано-Франківськ та спонукатиме до соціальної комунікації як споживачів проектованого спортивно-навчального комплексу так і їх відвідувачів.

Конкурсний проект багатофункціонального спортивно-навчального комплексу отримав перемогу в номінації партнера SSAB, а автори проекту команда учасників I-853 Національного університету «Львівська політехніка» (В. А. Мельник, А. Р. Кукурудза; кер. проекту: к. арх., доц. О. І. Моркляник) були нагороджені Сертифікатами. Посилання на результати конкурсу <https://steelfreedom.ua/steel-freedom-result-2020>.

Конкурсний концептуальний проект, як правило, є якорем архітектурного сайту, виставкового стенду чи іншого репрезентативного медіа, що дає уявлення про креативний потенціал архітектора чи команду архітекторів. Закладання головної ідеї, з подальшим формуванням концепції архітектурного проекту, фактично демонструє концептуальний підхід в архітектурному проектуванні, суть якого полягає в пошуку комплексного рішення та побудові системи архітектурного проекту: ідея – концепція – проект [4].

Література

1. Бархин Б.Г., Методика архитектурного проектирования: Учеб. -метод. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1982. – 224 с.
2. Лінда С.М. Типологія громадських будівель і споруд: підручник /С.М. Лінда, О.І. Моркляник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. – 348 с.
3. Lee Wilson. Evacuation of People with Disabilities. Melbourne, Australia. 2016.
4. Моркляник О. І., Мельник В. А. Концептуальний підхід в архітектурному проектуванні// Сучасні технології в науці та освіті: матеріали третьої міжнародної науково-практичної конференції до 100-річчя СНУ ім. В. Даля, 27-28 лютого 2020 р., Сєвєродонецьк : у 2 ч. – 2020. – С. 68–70.

ГОЛОВНА ІДЕЯ КОНКУРСНОГО ПРОЕКТУ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ

Моркляник О. І., Мельник В. А., Кукурудза А. Р.

Конкурсний проект передбачає концептуальний підхід, що в свою чергу передбачає ідейність та системність в архітектурному проектуванні. Основною метою концепту-

ального підходу є пошук головної ідеї, що розробляється, перетворюється і матеріалізується у вигляді проекту. Закладання головної ідеї, з подальшим формуванням концепції архітектурного проекту, фактично демонструє концептуальний підхід в архітектурному проектуванні, суть котрого полягає в побудові системи архітектурного проекту: ідея – концепція – проект.

Ключові слова: ідея, конкурсний проект, концептуальний підхід.

ГЛАВНАЯ ИДЕИ КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Моркляник А. И., Мельник В. А., Кукуруза А. Р.

Конкурсный проект предусматривает концептуальный подход, что в свою очередь предусматривает идейность и системность в архитектурном проектировании. Основной целью концептуального подхода является поиск главной идеи, которая разрабатывается, изменяется и материализуется в виде проекта. Закладка главной идеи, с последующим формированием концепции архитектурного проекта, фактически демонстрирует концептуальный подход в архитектурном проектировании, суть которого заключается в построении системы архитектурного проекта: идея - концепция - проект.

Ключевые слова: идея, конкурсный проект, концептуальный подход.

MAIN IDEAS OF THE COMPETITIVE PROJECT OF THE MULTIFUNCTIONAL COMPLEX

Morklyanyk O., Melnyk V., Kukurudza A.

The competition project provides a conceptual approach. The conceptual approach assumes ideology and systematization in architectural design. The main purpose of the conceptual approach is to find the main idea, which is developed, transformed and materialized in the form of a project. Laying the main idea, with the subsequent formation of the concept of architectural project, actually demonstrates the conceptual approach in architectural design, the essence of which is to build a system of architectural project: idea - concept - project.

Keywords: idea, competition project, conceptual approach

СУЧАСНІ ВІМ-ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ОСНОВА ПРОГРЕСИВНИХ ІННОВАЦІЙ В ГАЛУЗІ АРХІТЕКТУРИ ТА БУДІВНИЦТВА

Черних О. А.

Інновації у галузі архітектури та будівництва, як правило, неможливо уявити без впровадження відповідних заходів у сфері діяльності вищої освіти, а «інновації в освіті - це процес творення, запровадження та поширення в освітній практиці нових ідей, засобів, педагогічних та управлінських технологій, у результаті яких підвищуються показники досягнень структурних компонентів освіти, відбувається перехід системи до якісно іншого стану» [1].

Необхідною умовою ефективного впровадження сучасних ВІМ-технологій у навчальний процес, насамперед, обумовлено зацікавленістю світових брендових розробників таких як AUTODESK [2], ANSYS [3], GRAPHISOFT [4], ALLPLAN Deutschland GmbH [5] і ЛІРА САПР [6] у безкоштовному наданні свого програмного забезпечення студентам та викладачам закладів вищої освіти.

Компанія AUTODESK наголошує на необхідності «формування майбутнього викладання і вірить у викладачів, які розширюють межі навчання, використовуючи технології для покращення досвіду учнів. Ми визнаємо відповідальність, яку несуть викладачі для забезпечення учнів навичками та знаннями з метою реалізації їх ідей у зміні світу. Підтримайте інновації ваших учнів передовими технологіями та ресурсами для викладачів, щоб допомогти їм стати лідерами завтрашнього дня» [2] (рис. 1).

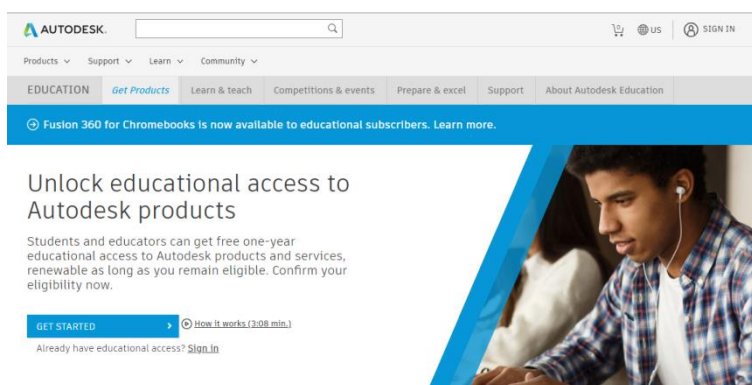


Рис. 1. Розблокування навчального доступу до продуктів Autodesk

До колекції «Architecture, Engineering, & Construction» належать наступні актуальні версії програмних продуктів:

1) AutoCAD 2022: Software for 2D and 3D CAD. Includes access to AutoCAD Architecture, Electrical, Mechanical, Map3D, MEP, Plant 3D and AutoCAD Raster Design;

- 2) Revit 2022: Plan, design, construct, and manage buildings with powerful tools for Building Information Modeling;
- 3) 3ds Max 2022: 3D modeling, animation, and rendering software for games and design visualization;
- 4) Advance Steel 2022: 3D modeling software for steel detailing;
- 5) CFD Ultimate 2021: Computational fluid dynamics simulation and solid body motion analysis software;
- 6) Civil 3D 2022: Civil engineering design and construction documentation;
- 7) Formit Pro 2022: Intuitive 3D sketching app with native Revit interoperability;
- 8) InfraWorks 2021: Geospatial and engineering BIM platform for planning, design, and analysis;
- 9) Navisworks Manage 2022: Integration, analysis, and communication tools help teams coordinate disciplines, resolve conflicts, and plan projects before construction or renovation begins;
- 10) Robot Structural Analysis Professional 2022: Advanced BIM-integrated structural analysis and code compliance verification tool;
- 11) Structural Bridge Design 2022: Structural bridge analysis software.

Компанія «ЛІРА САПР надає комплект програм ACADEMIC set призначений для будь-яких закладів вищої освіти будівельного або архітектурного профілю, які ставлять своєю метою надати студентам можливість на практичних заняттях працювати з ліцензійним програмним забезпеченням, яке їм належить використовувати у своїй майбутній професійній діяльності» [6] (рис. 2).

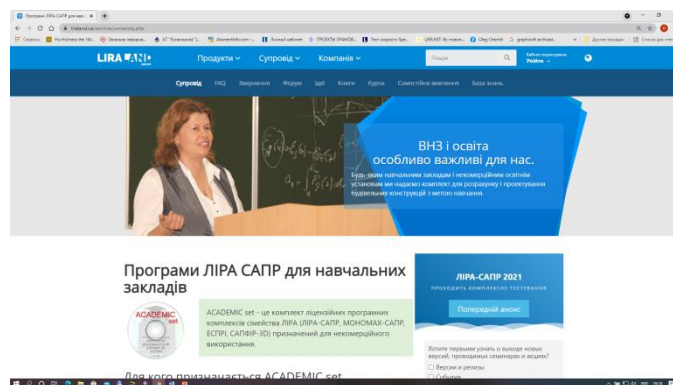


Рис. 2. Програми ЛІРА САПР для закладів вищої освіти

До комплекту ACADEMIC set входять:

- 1) мережева ліцензія на 10 робочих місць і 1 локальна ліцензія викладача;
- 2) програмний комплекс ЛІРА-САПР 2020 Full;
- 3) програмний комплекс МОНОМАХ-САПР 2016 PRO;
- 4) програмний комплекс ЕСПІРІ 2020 (розділи «Математика для інженера», «Перерізи», «Навантаження і впливи»);
- 5) система архітектурного проектування САПФІР-3D 2020 PRO.

Яскравим прикладом ефективності впровадження у навчальний процес сучасних ВІМ-технологій на протязі останніх двох десятиліть є цілий ряд успішних наших випускників зі спеціальності ПЦБ. Серед них слід окремо відзначити Тищенко Олексія Володимировича, який завдяки своїй працездатності і наполегливості, достатньо сприятливих умов для оволодіння теоретичними і практичними навичками у роботі із автоматизованими система AutoCAD, ЛІРА, МОНОМАХ та іншими у стінах ДонДТУ (2005-2010 рр.) зміг наразі вже в самій компанії ЛІРА САПР виконувати важливі завдання при розробці та тестуванні новітніх версій програмних продуктів з урахуванням реальних питань з архітектури, конструювання та будівництва на посаді технічного директора компанії ЛІРА САПР (рис. 3).

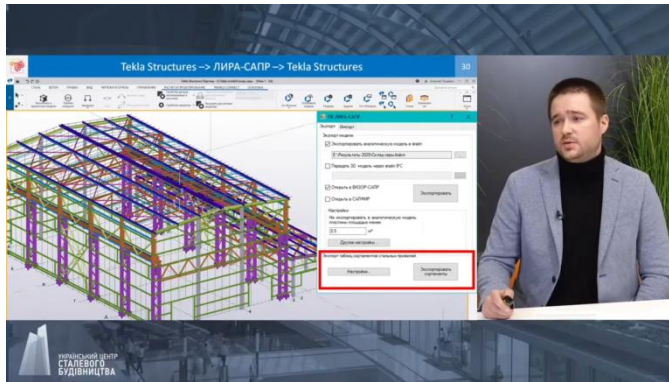


Рис. 3. Імплементація сортаменту УЦСБ в ПК ЛІРА САПР [7]

Висновок. Спільні зусилля розробників сучасних ВІМ-технологій, викладачів закладів вищої освіти та талановитих студентів дозволяють готувати фахівців достатньо високого рівня підготовки, здатних вирішувати нагальні завдання у галузі архітектури і будівництва.

Література

1. Дубасенюк О.А. Інновації в сучасній освіті // Інновації в освіті: інтеграція науки і практики: збірник науково-методичних праць / за заг. ред. О.А. Дубасенюк. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. – С. 12-28.
2. AUTODESK: Unlock educational access to Autodesk products [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://www.autodesk.com/education/edu-software/overview?sorting=a_z&page=1&filters=aec-products,individual
3. ANSYS: Ansys Student - Free Software Download [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <https://www.ansys.com/academic/students/ansys-student>
4. GRAPHISOFT: ArchiCAD Educational Licenses [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <https://graphisoft.com/ru/resources-and-support/education>
5. ALLPLAN Deutschland GmbH: ALLPLAN 2021 [Електронний ресурс]. - Режим доступу https://campus.allplan.com/index.html?tx_nemconnections_pi6%5Bcontroller%5D=Login&cHash=eb5d25040e6400aa5bc46b38e8dec1e5

6. ЛІРА САПР: ACADEMIC set [Електронний ресурс]. - Режим доступу <https://www.liraland.ua/services/university.php>
7. УКРАЇНСЬКИЙ ЦЕНТР СТАЛЕВОГО БУДІВНИЦТВА: Імплементація сортаменту УЦСБ в програмний комплекс ЛІРА САПР [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <https://uscc.ua/news/vidbulas-konferencia-zmini-u-normativnomu-reguluvanni-galuzi-stalevih-konstrukcij?fbclid=IwAR1R9UCe0DhvGdU1YEIY1zoLYSz2XxAPcjVD0GFN0pCfw3R0OVmOqtduc7k>

СУЧАСНІ ВІМ-ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ОСНОВА ПРОГРЕСИВНИХ ІННОВАЦІЙ В ГАЛУЗІ АРХІТЕКТУРИ ТА БУДІВНИЦТВА

Черних О. А.

Інновації у галузі архітектури та будівництва, як правило, неможливо уявити без впровадження відповідних заходів у сфері діяльності вищої освіти. Необхідною умовою ефективного впровадження сучасних ВІМ-технологій у навчальний процес є наявність спільних зусиль розробників програмного забезпечення, викладачів закладів вищої освіти та талановитих студентів, що і дозволяє готувати фахівців достатньо високого рівня підготовки, здатних вирішувати нагальні завдання у галузі архітектури і будівництва.

Ключові слова: архітектура, будівництво, навчальний процес, ВІМ-технології.

СОВРЕМЕННЫЕ ВІМ-ТЕХНОЛОГИИ КАК ОСНОВА ПРОГРЕССИВНЫХ ИННОВАЦИЙ В ОБЛАСТИ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА

Черных О. А.

Інновaції в області архітектури і будівництва, як правило, неможливо представити без впровадження відповідних заходів у сфері діяльності вищої школи. Необхідним умовою ефективного впровадження сучасних ВІМ-технологій у навчальний процес є наявність спільних зусиль розробників програмного забезпечення, викладачів закладів вищої освіти та талановитих студентів, що і дозволяє готувати фахівців достатньо високого рівня підготовки, здатних вирішувати нагальні завдання у галузі архітектури і будівництва.

Ключевые слова: архитектура, строительство, учебный процесс, ВІМ-технологии.

MODERN BIM-TECHNOLOGY AS THE BASIS OF PROGRESSIVE INNOVATIONS IN THE FIELD OF ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

Chernih O. A.

The innovation in the field of architecture and construction, as a rule, cannot be provided without implementation of the relevant activities in the field of activity of the higher school. Necessary condition of effective implementation of modern BIM-technology in educational process is availability of joint efforts of software developers, teachers of institutions of the higher education and talented students which allows to train the specialists of rather high level of training capable to solve priorities in the field of architecture and construction.

Keywords: treatment construction, urban, BIM-technology.

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІСТОБУДІВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Сингаївська О. І., Чердніченко О. П.

Сучасні підходи до освоєння простору вимагають комплексно розглядати всі фактори впливу на систему «СЕРЕДОВИЩЕ-НАСЕЛЕННЯ-ДІЯЛЬНІСТЬ» [2, 4, 6].

На прикладі об'єкту дослідження розглядається містобудівельна діяльність в галузі інженерної підготовки територій, яка викладена в статті авторів [7].

В якості предмету дослідження розглядається структура інформаційно-аналітичного забезпечення містобудівної діяльності, містобудівного кадастру та експертних систем.

Метою роботи була розробка структури, інформаційно-аналітичного забезпечення містобудівної діяльності моделі, а також структурно-логічні моделі природних умов та процесів, заходів та споруд в області інженерної підготовки територій.

Містобудівні школи з питань інженерної підготовки територій, сформувався у період промислового капіталізму (XVIII-XIX ст.), який характеризувався стрімким розвитком науки та техніки, появою машинної індустрії, ростом інженерних та технологічних можливостей в освоєнні територій для будівництва в усіх країнах, в тому числі і на наших теренах. В цей самий час формується наука про інженерний благоустрій та інженерну підготовку територій. Теоретичні основи предметної області інженерної підготовки територій викладені у багатьох фахових наукових працях вітчизняних та зарубіжних авторів, наприклад [1].

Робота по створенню інформаційних моделей об'єкта і предметної області містобудівної діяльності була розпочата під керівництвом Дьоміна М.М. у 1976 році і базувалася на фундаментальних роботах в області методології містобудівного аналізу і проектування, використання системних методів, засобів прикладної інформатики в містобудуванні, що викладені в його працях [3, 5] та інших авторів.

Аналіз фахової літератури дає можливість структурувати в першу чергу природні умови залежно від поділу за компонентами природного середовища із зазначенням їх основних показників.

Перший рівень моделі структура природних умов та їх показників займає безпосередньо клас 1. «Природні умови».

На *другому рівні* клас 1. «Природні умови» поділено на п'ять підкласів залежно від поділу за компонентами природного середовища: «Кліматичні», «Геоморфологічні», «Геологічні», «Гідрогеологічні», «Гідрологічні».

На *третьому рівні* зазначені підкласи складаються з груп – показників, які характеризують фізичні особливості території.

Аналіз нормативно-правової, методичної та фахової літератури дав можливість структурувати клас «Причини виникнення природних процесів», в залежності від (природи) походження на підкласи: «Природні» (мають незалежний від діяльності людини характер) і «Антропогенні» (своїм походженням зобов'язані будь-якій діяльності людини).

Перший рівень моделі структура причин виникнення природних процесів займає безпосередньо клас 2. «Причини виникнення природних процесів».

На *другому рівні* клас 2. «Причини виникнення природних процесів», в залежності від (природи) походження поділено на два підкласи: «Природні» (мають незалежний від діяльності людини характер) і «Антропогенні» (своїм походженням зобов'язані будь-якій діяльності людини).

На *третьому рівні* групи підкласу 2.1 «Природні» залежно від поділу за компонентами природного середовища поділяється на п'ять груп, які в свою чергу поділені на відповідні підгрупи в залежності від характеру та видів людської діяльності, в залежності від фізико-геологічних процесів, діяльності поверхневих і підземних вод, вітру.

На *четвертому рівні* групи підкласу 2.2 «Антропогенні» в залежності від наслідків впливу людської діяльності пов'язані з заходами інженерної підготовки (будівництво гідротехнічних споруд (водосховища, ГЕС), порушення режиму поверхневого стоку (зміна рельєфу), штучне зниження місцевого базису ерозії, спорудження обводнюваних систем, зведення гребель, господарська діяльність, просочування поливних вод на зрошуваних масивах, розорювання схилів, вирубування дерев та чагарників, розробка порід, випас худоби, промислові вибухи, тривала експлуатація однієї і тієї ж ділянки, надмірне застосування технічних засобів, витрати з аварійних комунікацій, неорганізоване скидання промислових, господарських, дощових вод та снігу та ін.

Також аналіз нормативно-правової, методичної та фахової літератури дав можливість структурувати природні процеси в залежності від стабільності поверхні землі, фізико-геологічних процесів, викликаних діяльністю поверхневих і підземних вод, вітру, внутрішніх сил у гірських породах.

Аналіз нормативно-правової, методичної та фахової літератури дав можливість також структурувати клас «Задачі інженерної підготовки», який в залежності від характеру впливу на території поділено на наступні підкласи: «Захисту», «Попередження», «Усунення», «Зниження», «Спеціальні».

Як наслідок аналіз нормативно-правової, методичної та фахової літератури дав можливість структурувати клас «Заходи інженерної підготовки».

Перший рівень цієї моделі структура заходів інженерної підготовки займає безпосередньо клас 5. «Заходи інженерної підготовки».

Другий рівень моделі, в залежності від особливостей фізико-геологічних процесів, діяльності поверхневих і підземних вод, вітру на території, негативного антропогенного впливу, типу забудови, що планується зводитися на даній території поділено на сорок підкласів: влаштування дамби обвалування, підсипка території, регулювання русла, регулювання стоку, укріплення берегів, організа-

ція поверхневого стоку, запобігання витрат з водонесучих комунікацій, Влаштування захисної гідроізоляції, влаштування дренажів, меліорація», часткова чи повна зрізка ґрунту, прорізка шару ґрунту основи, вертикальне планування, терасування, влаштування банкетів, заміна слабких ґрунтів, огороження укосів і захист їх від підмиву і розмиву, привантаження укосів за допомогою контрбанкетів, штучне закріплення мас тіла зсуву, штучні споруди для утримання ґрунтових мас, тампонаж водоупірними матеріалами, заповнення підземних порожнин, засипка западин, руйнування покривної товщі схилів, відвал відроблених гірничорудних порід, травосіяння, лісонасадження, влаштування водонепроникних завіс навколо ділянок забудови, будівництво селезатримувальних споруд, будівництво селепропускних споруд, будівництво селенапрямних споруд, будівництво стабілізуючих споруд, силікатизація ґрунту, термічне випалення ґрунту, глінізація ґрунту, культивуація піщаних ґрунтів», смолізація ґрунту, влаштування огорож, правильна експлуатація водовмісних підземних комунікацій, зміцнення і ущільнення ґрунту.

В наслідок викладеного вдалось структурувати клас «Інженерні споруди».

Перший рівень моделі структура інженерних споруд займає безпосередньо клас 6. «Інженерні споруди».

На *другому рівні* моделі клас 6. «Інженерні споруди» поділено на чотири типологічні групи за особливостями функціонального призначення, а саме: Регуляційні, «Стримувальні», «Спрямувальні», «Водовідвідні».

На *третьому рівні* кожен із підкласів складається з груп:

- регуляційні: «Водосховища», «Дренажі/Дренажні системи», «Канали», «Водоскиди», «Водоскидні наскрізні греблі», «Водознижувальні траншеї»;
- стримувальні: «Дамби», «Греблі», «Насипи», «Вали-канави», «Вали-тераси», «Тераси», «Стінки», «Палеві ряди», «Контрбанкети», «Хвилеломи», «Буни», «Набережні», «Шпонки», «Ін'єкційні перешкоди», «Огорожі», «Ями», «Лісонасадження», «Упорна призма з ґрунту»;
- спрямувальні: «Вали-розпилювачі», «Канави-розпилювачі», «Селеспуски», «Мости», «Напрямні дамби», «Шпори», «Загати»;
- водовідвідні: «Оглядові колодязі», «Перепадні колодязі», «Колектори», «Швидкотоки», «Випуски (оголовки)», «Камери спеціального призначення», «Насосні станції», «Лотки», «Кювети», «Канави», «Русла малих річок», «Траншеї», «Зливовідводи».

Досвід створення та застосування експертних систем в різних галузях науково-практичної діяльності (медицина, економіка, військова справа, сільське господарство, промисловість, юриспруденція та інших галузях) свідчить про ефективність, а іноді безальтернативність їхнього застосування, що пов'язано з дефіцитом або неможливістю екстреної доставки фахівців для прийняття кваліфікованих рішень у надзвичайних ситуаціях.

Створення експертних систем, як аналогу для інших видів містобудівельної діяльності, в сфері інженерної підготовки території пов'язано з необхідністю:

- створення структури інформаційного забезпечення прийняття рішень з інженерної підготовки території;
- створення бази знань у галузі інженерної підготовки території;
- обґрунтування вибору ефективної системи управління базами даних та базами знань.

Експертні системи в галузі інженерної підготовки території формуються за правилом «якщо - то».

Склад і зміст завдань в галузі інженерної підготовки території:

- 1) спостереження явища, оцінка даних одержаних в результаті моніторингу та встановлення діагнозу;
- 2) оцінка можливих варіантів розвитку процесів та їхніх наслідків;
- 3) визначення інженерно-технічних заходів;
- 4) розроблення послідовності проведення (графіку) будівельних робіт, визначення потреби в матеріальних, фінансових і трудових ресурсах.

Література

1. Владимиров, В.В. Инженерная подготовка и благоустройство городских территорий: учеб. для вузов / В.В. Владимиров, Г.Н. Давидянц, О.С. Расторгуев, В.Л. Шафран. – М. : Архитектура-С, 2004. – 240 с.
2. Габрель М.М. Просторова організація містобудівних систем. – К.: А.С.С., 2004. – 400 с.
3. Градостроительный банк данных г. Киева. Основные положения / Гуриев М.А., Демин Н.М. (научный руководитель), Стогний А.А. и др. ; Управление генерального плана Главного управления «Киевпроект» ; Научно-производственное объединение “Горсистемотехника“. – К., 1986. – 217 с.
4. Демин Н.М. Управление развитием градостроительных систем. – К.: Будівельник, 1991. 184 с.
5. Дьомін М.М., Сингаївська О.І. Містобудівні інформаційні системи. Містобудівний кадастр. Первинні елементи структури об’єктів містобудування та територіального планування. Київськ. нац. ун-т будівництва і архітектури. – К.: Фенікс, 2015. – 216 с.
6. Осітнянко А.П. Планування розвитку міста : монографія. – К.: КНУБА, 2001. – 460 с.
7. Сингаївська О.І., Чередніченко О.П. Структура інформаційно-аналітичного забезпечення містобудівної діяльності в галузі інженерної підготовки території // Містобудування та територіальне планування. – Вип. №76. – К.: КНУБА, 2021. – С. 271-296.

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІСТОБУДІВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Сингаївська О. І., Чередніченко О. П.

Об’єктом виконаного дослідження є містобудівна діяльність в галузі інженерної підготовки територій, а предметом дослідження структура інформаційно-аналітичного забезпечення містобудівної діяльності, містобудівного кадастру та експертних систем. За мету роботи була спроба розробити структуру інформаційно-аналітичного забезпечення містобудівної діяльності моделі, а також структурно-логічні моделі природних

умов та процесів, заходів та споруд, як приклад, в області інженерної підготовки територій.

Ключові слова: містобудівна діяльність; містобудівні інформаційні системи; інженерна підготовка територій; містобудівний тезаурус.

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Сингаевская А. И., Чередниченко А. П.

Объектом выполненного исследования есть градостроительная деятельность в области инженерной подготовки территорий, а предметом исследования структура информационно-аналитического обеспечения градостроительной деятельности, градостроительного кадастра и экспертных систем. За цель работы была попытка разработать структуру информационно-аналитического обеспечения градостроительной деятельности модели, а также структурно-логической модели природных условий и процессов, мероприятий и сооружений, как пример, в области инженерной подготовки территорий.

Ключевые слова: градостроительная деятельность; градостроительные информационные системы; инженерная подготовка территорий; градостроительный тезаурус.

INFORMATIONAL AND ANALYTICAL SUPPORT OF URBAN PLANNING ACTIVITIES

Singaevska O. I., Cherednychenko O. P.

The object of the research is the urban planning activity in the field of land use planning and management, and the subject of the study is the structure of informational and analytical support of urban planning, urban cadastre and expert systems. The purpose of this paper was an attempt to develop the structure of informational and analytical support of urban planning, urban cadastre and expert systems. The purpose of this paper was an attempt to develop the structure of informational and analytical support of urban planning activities, as well as a structural and logical model of natural conditions and processes, activities and constructions, as an example, in the field of land use planning and management.

Keywords: urban planning activity; urban planning information systems; land use planning and management; urban planning thesaurus.

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ І СКЛАДУ ШИХТИ НА ЯКІСТЬ КЕРАМІЧНОЇ ЦЕГЛИ ПЛАСТИЧНОГО ФОРМУВАННЯ

Піддубний С. В., Медвідь І. І.

Одним з найпоширеніших матеріалів використовуваним при зведенні будівель і споруд, традиційно є цегла. Збільшення частки індивідуального житла і підвищення вимог до якості і комфортності житлових приміщень, передбачає якісні стінові матеріали, у тому числі і керамічної цегли.

Основні показники якості керамічної цегли визначається за відповідністю марки на міцність і морозостійкість, а також за зовнішнім виглядом. Усі характеристики кінцевого продукту, повинні відповідати вимогам ДСТУ [1].

Більшість діючих заводів України з виробництва стінової кераміки використовують спосіб пластичного формування який передбачає стадію вилежування глини, розмелу, подрібнення, механічної активації і придбання необхідної формувальної вологості. Для поліпшення формувальних і сушильних властивостей вихідної сировини, яка має невелику пластичність, застосовують модифікацію вихідної глинистої маси.

Якість кінцевого продукту багато в чому залежить від технологічних властивостей шихти (мінеральний і гранулометричний склад, використання коригуючих добавок), формувальної вологості, ступеня гомогенізації шихти, тиску формування, однорідності бруса, тепло-тепловологістного режиму сушіння і т. д.)

Частина цегельних заводів відчуває дефіцит високоякісної глинистої сировини. Зокрема, осадові породи в деяких випадках представлені суглинками з малою кількістю глинистих частинок і великим змістом піску. Крім цього, ці породи мають слюдисті і гідро-слюдисті домішки, і мають низьку пластичність.

Дослідження проводилися на продукції декількох заводів України з виготовлення керамічної цегли методом пластичного формування, що використовують сировину різного мінералогічного складу. Якість сировини при пластичному формуванні цегли надає більший вплив на характеристики кінцевого продукту, ніж при напівсухому пресуванні.

Мета досліджень визначити особливості процесів виробництва керамічної цегли пластичного формування з сировини мінливого мінералогічного складу і різної якості та дати оцінку впливу різноманітних факторів на усіх стадіях виробництва на якість кінцевого продукту.

У табл. 1 представлені властивості керамічної цегли виробленої з різних видів сировини.

При аналізі даних, що стосуються якості готової продукції, на всіх обстежених заводах встановлено, що поряд з нормально обпаленим була більша або менша кількість недопаленої або перепаленої цегли. Механічна міцність і водонасичення цегли також коливалися в значних межах, що значною мірою впливає на морозостійкість готової продукції.

Властивості цегли виробленої з різних видів сировини

№ п/п	Сировина для виробництва цегли	Температура випалу, °С	Водопоглинання, %	Межа міцності, МПа	
				при стиску	при згині
1.	Гідрослюдисті з домішками кварцу, середньопластичні тугоплавкі глини	940–980	11,3–20,4	7,9–10,8	1,82–3,23
2.	Суміш лесовидного суглинку з середньопластичним глинистим мергелем, що містить до 34% СаО	940–980	18–24,6	8,8–11,5	1,77–3,71
3.	Суміш малопластичних суглинків з великим змістом піску і з глинистим мергелем середньої пластичності	950–1000	19,1–26,2	8,5–12,7	1,81–3,01
4.	Суглинки з великим змістом піску, слюдисті і гідрослюдисті з пластичністю, що лежить на межі мало- і помірної пластичної сировини	900–950	15,2–19,8	5,5–9,7	0,70–2,66
5.	Легкоплавкі глини середньої і помірної пластичності (останні зі збільшеним змістом піску)	880–840	18,0–21,7	8,9–13,2	1,89–4,68

Причиною значних коливань якісних характеристик було або порушення встановленої технології або ж відсутність в затверджених технологічних режимах деяких важливих умов виробництва. Так порушення встановленої технології в більшості випадків відноситься до режиму випалу. У затверджених технологічних режимах відсутні оптимальні співвідношення компонентів при роботі на суміші суглинків і глинистих мергелів і вимога до сталості складу мас.

Низька якість продукції в деяких випадках визначалася зниженими температурами випалу, як внаслідок невиконання затверджених норм, так і внаслідок недообліку значення температури випалу для забезпечення виробництва морозостійкої цегли.

Вплив складу і переробки мас. Багато родовищ цегляних глин характеризуються мінливістю складу корисної товщі, яка часто складається з декількох шарів різної потужності. Шари можуть розрізнятися за своїм мінералогічним, хімічним і гранулометричним складом, що в свою чергу впливає на властивості кінцевого продукту. Глинисті породи надходять у виробництво в різних співвідношеннях у залежності від ділянки, яка в даний момент розробляється.

В ході досліджень було виявлено, що якість цегли, виготовленої з шихти, до складу якої входить глинистий мергель з великою часткою СаО в значній мірі залежить від змісту цього компоненту. Зміст в шихті такого глинистого мергеля має бути суворо обмежено, так як при збільшенні його частки відповідно збільшується вміст СаО, що призводить до значного зниження межі міцності при стисканні і підвищення водопоглинання після випалу. Збільшити характеристи-

ки міцності такої цегли вдалося за рахунок додавання 10% топочного шлаку в шихту, яка містить 27% глинистого мергеля, Це забезпечило підвищення морозостійкості і підвищення міцності цегли на одну марку при більш низькій температурі випалу (1000–1020°C)

При виробництві будівельної цегли з шихти, коли вміст одного з компонентів, наприклад глинистого мергеля, має бути строго обмежений, необхідно вести роздільну розробку корисної товщі сировини за видами з подальшим їх дозуванням.

При використанні для приготування шихти декількох глин вони часто погано перемішуються між собою. З огляду на те, що усадки їх при сушінні і випалі різні на кордоні між шарами сировини виникають напруги. Це приводить до утворення тріщин і майже неминуче тягне за собою руйнування виробів при випробуванні їх на морозостійкість.

Міцність глиняної маси, а, отже, і поведінка сировини в сушінні залежать від її пластичності. При збідненні пластичних глин необхідно слідкувати, щоб пластичність шихти була не менше, характерної для даної сировини межі (число пластичності 7–9), нижче якої спостерігається зменшення зв'язності і міцності сирцю, це неминуче призведе до виникнення тріщин при сушінні. Введення піску в високопластичні глини є сприятливим фактором для зниження чутливості глин до сушіння. Отримання сирцю з меншою кількістю тріщин, позитивно впливає і на морозостійкість.

У середньо - і високопластичні глини можна додавати як дрібні, так і середні по крупності піски, в помірно пластичні — бажано додавати крупніші піски (фракції 0,1–1,0 мм).

Малопластичні супіски і суглинки слід пластифікувати шляхом додавання до них пластичних глин з числом пластичності не менше 15 (бажано 25 і вище) в кількості 20–25%, дотримуючись при цьому умови гарної гомогенізації маси з такими показниками: усадка 6–9%, число пластичності для виробництва повнотілої цегли не нижче 8, а для ефективної — 10–12.

Введення в шихту вигоряючих добавок має певне значення. Вони не тільки збіднюють пластичні глини, не погіршуючи формувальних властивостей, але і залишають після випалювання великі пори і зумовлюють більш однорідний випал виробів, що сприяє підвищенню морозостійкості. Основною вигоряючою добавкою є подрібнене вугілля, яке завжди додається до складу шихти не більш 3% за обсягом, тобто до 60–80% від загальної потреби палив на випал виробів. З метою більш рівномірного розподілу в тілі цегли і кращого вигорання крупність частинок вугілля і шлаку не повинна перевищувати 3–5 мм. Крім того, в пластичні глини рекомендується додавати деревинну тирсу поздовжнього і поперечного різання. Уподобання слід віддавати тирсі поздовжнього різання. Так як тирса довговолокониста, то вони армують глиняну масу і підвищують її опір розриву, а разом з тими тріщиностійкість під час сушіння.

Таким чином, контроль за постійним оптимальним складом шихти є обов'язковим і дуже важливим елементом виробництва якісної цегли.

Вплив стану масопереробного обладнання та процесів. На багатьох заводах для переробки шихти використовують дві пари вальців і двовальну глиномішалку. Цього обладнання недостатньо для руйнування природної структури глин, особливо пластичних, щільних, тим більше що величини зазорів на вальцях, як правило, не витримуються в межах необхідних норм. Трапляються випадки, коли одні з вальців не працюють, що є серйозним неприпустимим технологічним порушенням. Робота з нормативними зазорами між вальцями повинна проводитися у всіх випадках, так як це є однією з умов, що підвищують якість і морозостійкість цегли.

Велике значення для підвищення якості цегли має також проведення систематичних ремонтів пресів через певні терміни, встановлені досвідом. Після певного часу безперервної роботи пресу з'являються наскрізні тріщини на ложку сирцю, а потім, збільшуючись, ці тріщини з'єднуються з еліпсоподібними тріщинами на ліжку сирцю.

Вкрай необхідно періодично виконувати комплексну діагностику шнекового пресу (станіни-корпусу і шнека). Ефективна робота шнекового пресу з випуску керамічної цегли багато в чому визначається стійкістю шнека транспортування сировини проти абразивного і ерозійного зносу. Транспортування глини під великим тиском супроводжується сильним абразивним зносом. Зазвичай у шнека найбільш сильно зношується гребінь витка і прилеглі до гребня з боку лопаті проштовхування смужка шириною 30 мм, менш абразивно зношується лопать і стовбур шнека.

Знос шнека по діаметру знижує продуктивність преса і призводить до порушення технологічного процесу. Зміцнення і відновлення робочих зон шнека можуть проводитися різними наплавочними матеріалами і способами. Сучасні технології дозволяють не тільки відновити шнек але і забезпечити достатню твердість поверхні. Наприклад, нанесення зносостійкого покриття з карбідом вольфраму, хрому або ніобію. Такі покриття дозволяють зберегти технологічні зазори між шнеком і сорочкою шнека в необхідних параметрах тривалий час, що веде до підвищення і зберігання високої якості продукції, що випускається.

Результати комплексних досліджень продукції декількох заводів, що використовують сировину різного мінералогічного складу, дозволили зробити ряд узагальнень і пропозицій можливості отримання керамічної цегли високої якості за рахунок оптимізації складу композиційної шихти і розробки раціональних технологічних параметрів при пластичному способі формування виробів. Якісну цеглу на вітчизняному обладнанні при суворому дотриманні технологічного регламенту і використанні технологічних рекомендацій можливо отримувати не нижче марки 100 майже з будь яких глин.

Література

1. ДСТУ Б В.2.7-61:2008 Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови (EN 771-1:2003, NEQ) Вид. офіц. Київ: «Український науково-

дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів» (НДІБМВ), 2009. 27 с.

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ І СКЛАДУ ШИХТИ НА ЯКІСТЬ КЕРАМІЧНОЇ ЦЕГЛИ ПЛАСТИЧНОГО ФОРМУВАННЯ

Піддубний С. В., Медвідь І. І.

Поліпшення якості житлових будівель і комфортності житлових приміщень підвищило вимоги до стінових матеріалів, у тому числі і до керамічної цегли. Актуальною є проблема підвищення якості керамічної цегли виробленої способом пластичного формування. Дослідження, проведені на заводах, що використовують сировину яка розрізняється за своїм мінералогічним, хімічним і гранулометричним складом, дозволило зробити ряд узагальнень і пропозицій для підвищення якості керамічної цегли пластичного формування.

Ключові слова: керамічна цегла, пластичний спосіб формування, глина, суглинки, шихта.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И СОСТАВА ШИХТЫ НА КАЧЕСТВО КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА ПЛАСТИЧЕСКОГО ФОРМОВАНИЯ

Поддубный С. В., Медведь И. И.

Улучшения качества жилых зданий и комфортности жилых помещений повысило требования к стеновым материалам, в том числе и к керамическому кирпичу. Актуальной является проблема повышения качества керамического кирпича, производимого способом пластического формования. Исследования, проведенные на заводах, использующих сырье различающегося по своему минералогическому, химическому и гранулометрическому составу, позволило сделать ряд обобщений и предложений для повышения качества керамического кирпича пластического формования.

Ключевые слова: керамический кирпич, пластический способ формования, глина, суглинки, шихта.

INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FACTORS AND CHARGE COMPOSITION ON THE QUALITY OF CERAMIC BRICKS OF PLASTIC FORMING

Piddubnyi S., Medved I.

Improving the quality of residential buildings and the comfort of living quarters increased the requirements for wall materials, including ceramic bricks. The problem of improving the quality of ceramic bricks produced by plastic molding. Research carried out on factories using raw materials that differ in their mineralogical, chemical and granulometric composition, made it possible to make a number of generalizations and suggestions for improving the quality of plastic molding ceramic bricks.

Key words: ceramic brick, plastic molding method, clay, loam, charge.

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВИЗНАЧЕННІ ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ МІСТА

Татарченко Г. О.

Результати експертних оцінок показують, що основними джерелами забруднення повітряного басейну є автомобільний, повітряний, морський, річковий і залізничний транспорт (на нього припадає в середньому більше 50% шкідливих газових викидів). У порівнянні з липнем 2019 року рівень забруднення атмосферного повітря міста Київ підвищився за рахунок зростання вмісту діоксиду азоту, оксиду азоту, фенолу. В цілому по місту середньомісячні концентрації чотирьох забруднюючих речовин (другого і третього класу небезпеки) досягали і перевищували норми в наступному порядку: формальдегіду – в 5,0 разів, діоксиду азоту – 3,5 рази, оксиду азоту – 1,5 рази, вміст фенолу був на рівні 1,0 гранично допустимої концентрації (ГДК_{с.д.}). Основним антропогенним джерелом забруднення є оксиди азоту. Найбільші середньомісячні концентрації відмічені: на площі Перемоги, Бесарабській площі, вулиці Семена Скляренка – 3,5 ГДК_{с.д.}; на інших постах середній вміст діоксиду азоту був у межах 3,0–3,3 ГДК_{с.д.}, на ПСЗ № 5 – 1,0 ГДК_{с.д.} Максимальний вміст цієї домішки був у межах 1,0–1,2 ГДК_{м.р.}, лише в районі вулиці Інженера Бородіна та проспекту Науки – нижче рівня ГДК_{м.р.} Всього за діоксидом азоту, наприклад, тільки у серпні зафіксовано 35 випадків перевищення ГДК_{м.р.}, що становило 3,3% від загальної кількості спостережень за цією домішкою. Найбільша кількість випадків перевищення ГДК_{м.р.} за діоксидом азоту зафіксована на площі Перемоги, вулицях Каунаська та Скляренка – 7,7% [1].

Дані про якість і склад атмосферного повітря отримані на основі супутникових і наземних вимірювань і спостережень в комбінації з моделями прогнозування від системи моніторингу атмосфери Copernicus (Copernicus Atmosphere Monitoring Service – CAMS). CAMS реалізується за допомогою Європейського центру середньорічних прогнозів погоди (ECMWF) і за підтримки понад 30 організацій, розташованих по всій Європі [2].

Сучасні прилади дистанційного зондування дозволяють здійснювати як глобальний, так і регіональний довготривалий моніторинг вмісту оксидів азоту та озону в атмосфері. Численні дослідження також показують, що добова динаміка концентрацій забруднювачів в атмосфері міста тісно пов'язана з інтенсивністю руху автотранспорту. Добовий хід концентрацій оксиду азоту майже повністю повторює добові зміни інтенсивності руху (коефіцієнт кореляції перевищує 0,8). Максимуми в інтенсивності руху вранці 8:00–9:00 та ввечері 18:00–19:00 обумовлюють відповідне зростання вмісту в повітрі забруднювачів [3]. Ступінь загазованості повітря міст знаходиться в складній залежності від численних факторів, що стосуються як джерел, так і планувальної ситуації, організації руху,

метеорологічних умов тощо. У ранкові години слабкий турбулентний обмін сприяє зростанню забруднення. Вечірній же пік інтенсивності руху менше відбивається на концентраціях, так як в цей період метеорологічні умови сприяють розсіюванню вихлопних газів.

Для аналізу розподілу оксидів азоту в перебігу декількох діб вибирався період часу з підвищеним забрудненням повітряного басейну. У різних частинах м. Київ були обрані чотири локації – Печерськ, Південний міст, Теремки, Вишневе – з урахуванням трафіку руху і рівня забруднення (рис. 1). Реєстрація супутникових даних проводилася з проміжком півтори-дві години протягом трьох діб. У інтервали часу максимальної загазованості на рівень концентрацій забруднюючих речовин накладається неоднаковий вплив метеорологічних умов, тому максимуми вмісту оксидів азоту припадали на 8:00 і 20:00 години. Як видно з рис. 1, загальна тенденція зберігається для всіх локацій. Тут же варто відзначити сильний ступінь загазованості по метеоданим в нічний час, коли концентрація оксидів азоту перевищує в сто і більше разів нормативні значення (рис. 2a).

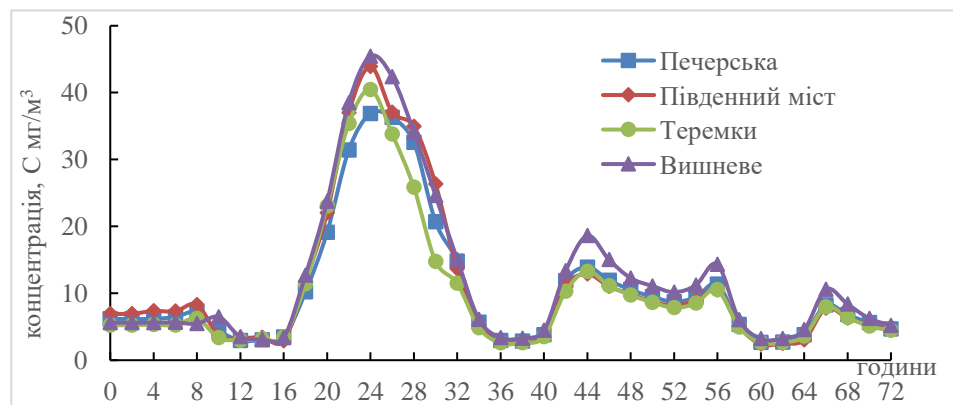


Рис. 1. Зміна концентрації оксиду азоту в Києві протягом трьох діб

Згідно з отриманими даними (рис. 1) можна відзначити, що протягом 12 годин відбувається зниження концентрації оксидів азоту до середньодобових значень по Києву. Виникає питання, а за рахунок чого відбувається така трансформація? І тут важливо відзначити, що швидке окислення NO в NO_2 відбувається з використанням в якості окисника озону. Якщо зібрати весь розподілений по висоті озон в сферичний шар поблизу поверхні Землі, при нормальних умовах, то товщина цього шару складе всього близько 3 мм. В якості одиниці вимірювання загального вмісту озону прийнята так звана одиниця Добсона (DU), яка відповідає товщині озонового шару, зібраного окремо і приведеного до нормального атмосферного тиску 760 мм рт. ст. і нормальній температурі 0°C . Одна одиниця Добсона відповідає 0,01 мм товщини цього шару. Нормальним вважається значення 340–360 одиниць Добсона.

З супутникових даних (рис. 2б) видно, що в ці дні територія міста Київ потрапляє в зону підвищеної концентрації атмосферного озону. На прикладі локації Вишневе показано зміну концентрації протягом чотирьох діб (рис. 3а). За цей час товщина шару атмосферного озону змінюється на 25%, це звичайне явище навесні в середніх широтах Північної півкулі і є природним способом очищення забрудненого повітря. Утворений у верхніх шарах стратосфери озон потрапляє в нижні шари стратосфери за рахунок турбулентної дифузії.

Приземний озон є вторинним забруднювачем атмосфери, і поява його у великих концентраціях свідчить про значне забруднення повітря вихлопами автотранспорту й іншими продуктами високотемпературного згорання.

Основним джерелом озону в приземному шарі атмосферного повітря є фотохімічні реакції за участю оксидів азоту, летких органічних сполук і ряду інших речовин, що називаються попередниками озону. У період дослідження території міста вміст поверхневого озону був підвищеним (рис. 2в).

Дані про концентрацію приземного озону у Вишневому (рис. 3б) свідчать про підвищення його вмісту протягом денного часу доби. Максимум досягався в 12: 00–13: 00 годин до 80 мкг/м^3 при допустимій середньодобовій концентрації 30 мкг/м^3 , однак на даний час за даними ВОЗ [4] норматив для озону встановлено на рівні 100 мкг/м^3 в якості усередненого за 8 годин. Утворення озону відбувається за участю сонячного випромінювання, і інтенсивність цього процесу залежить від температури повітря - чим вище температура, тим інтенсивніше йде

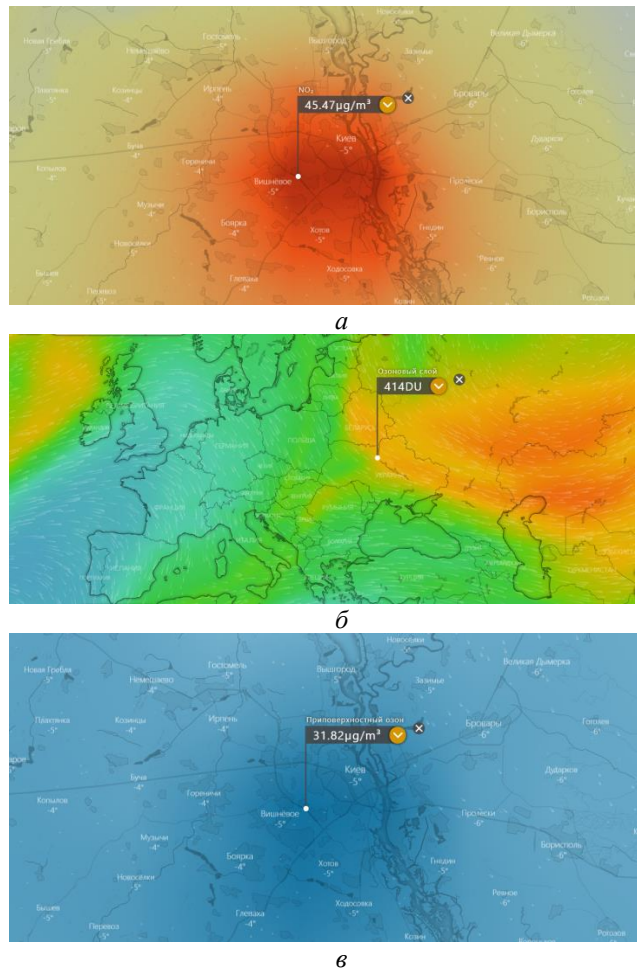


Рис. 2. Супутникові дані по території Київської області 10.03.21: а – концентрації оксиду азоту; б – товщини озонового шару; в – концентрації приповерхневого озону

утворення озону з забрудненого повітря. Головний річний максимум приземного озону припадає на квітень-травень, він обумовлений інтенсивним вертикальним перемішуванням і припливом багатого озonom повітря з верхніх шарів тропосфери. Тому середні концентрації забруднюючих газів в місцях інтенсивного антропогенного навантаження не перевищують величин максимальних разових ГДК.

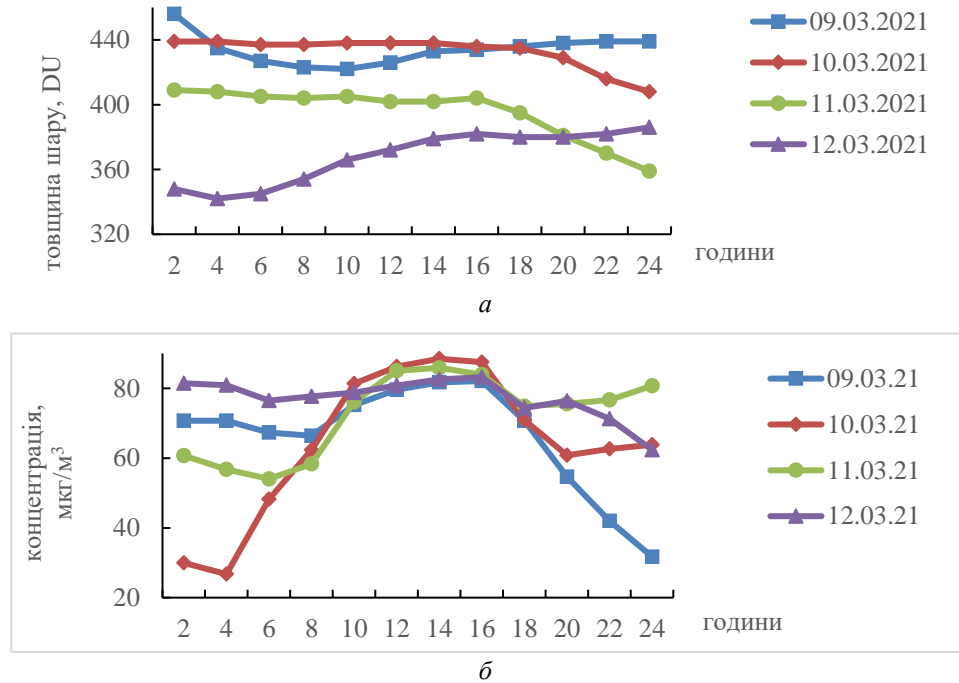


Рис. 3. Зміна значень у Вишневому:
a – товщини озонового шару; *б* – концентрації приповерхневого озону

Використання сучасних методів для отримання статистично надійних даних визначення забруднених територій міста в повному діапазоні погодних умов надає можливість бачити залежність вмісту оксидів азоту від присутності озону. У світлий час доби добовий і сезонний хід озону обернений ходу первинних забруднювачів (зокрема, NO₂), а саме збільшення концентрацій озону супроводжується зменшенням концентрацій первинних забруднювачів і навпаки.

Література

1. Air quality index [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ru.euronews.com/weather/copernicus-air-quality-index>
2. Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://cgo-sreznevskiy.kiev.ua/index.php?fn=k_zabrud&f=kyiv.
3. Татарченко Г. О., Кравченко І. В., Писаренко М. В., Поркуян С. Л. Дослідження забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автотранспорту в місько-

му середовищі // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. 2019. № 8 (256). С. 99-104.

4. Hjlbrekke A.G., Solberg S. Ozone measurements 2000. Norwegian Institute for Air Research: Kjeller. ЕМЕР/ССС-Report 5/2002.

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВИЗНАЧЕННІ ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ МІСТА

Татарченко Г. О.

Сучасні прилади дистанційного зондування дозволяють здійснювати як глобальний, так і регіональний довготривалий моніторинг вмісту оксидів азоту та озону в атмосфері. Використання сучасних методів для отримання статистично надійних даних визначення забруднених територій міста в повному діапазоні погодних умов надає можливість бачити залежність вмісту оксидів азоту від присутності озону. У світлий час доби добовий і сезонний хід озону обернений ходу первинних забруднювачів (зокрема, NO₂), а саме збільшення концентрації озону супроводжується зменшенням концентрацій первинних забруднювачів і навпаки.

Ключові слова: забруднення, території міста, сучасні технології, оксиди азоту, озон.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА

Татарченко Г. О.

Современные приборы дистанционного зондирования позволяют осуществлять как глобальный, так и региональный длительный мониторинг содержания оксидов азота и озона в атмосфере. Использование современных методов для получения статистически надежных данных для определения загрязненных территорий города в полном диапазоне погодных условий позволяет видеть зависимость содержания оксидов азота от присутствия озона. В светлое время суток суточный и сезонный ход озона обратный ходу первичных загрязнителей (в частности, NO₂), а именно увеличение концентраций озона сопровождается уменьшением концентрации первичных загрязнителей и наоборот.

Ключевые слова: загрязнения, территории города, современные технологии, оксиды азота, озон.

THE USE OF MODERN TECHNOLOGIES IN DETERMINING THE CONTAMINATED AREAS OF THE CITY

Tatarchenko Halyna

Modern remote sensing devices allow both global and regional long-term monitoring of the content of nitrogen oxides and ozone in the atmosphere. The use of modern methods to obtain statistically reliable data to determine the contaminated areas of the city in the full range of weather conditions makes it possible to see the dependence of the content of nitrogen oxides on the presence of ozone. During daylight hours, the daily and seasonal variation of ozone is reversed to the primary pollutants (in particular, NO₂) - an increase in ozone concentrations is accompanied by a decrease in the concentration of primary pollutants and vice versa.

Keywords: pollution, city territory, modern technologies, nitrogen oxides, ozone.

МІСТОБУДІВНІ ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВАРТІСТЬ ЖИТЛА

Білошицька Н. І., Поркуян С. Л.

На формування моделей міських структур впливає низка факторів, що відбивається на якості та вартості житла: доступні будівельні технології, планувальна структура міста, розвинена транспортна інфраструктура, ринок нерухомості, державна політика політична ситуація та ін. [1, 2].

Основним індикатором, що характеризує життєвий рівень населення та закріплений у Конституції України як необхідна умова забезпечення прав і свобод громадян, виступає наявність житла та його якісні характеристики [3].

Метою дослідження є аналіз містобудівних факторів, що впливають на якість та вартість житла на прикладі м. Сєвєродонецьк, а саме: доступність, якість транспортної інфраструктури, безпека та якість навколишнього середовища.

Зміна вартості будь-якої нерухомості залежить від ряду факторів, які проявляються на різних стадіях процесу оцінки. Ці фактори можуть бути віднесені до трьох різних ієрархічних рівнів [4]:

– Перший (регіональний) – рівень впливу факторів, що носять загальний характер, не пов'язаних з конкретним об'єктом нерухомості і не залежать безпосередньо від нього, але побічно впливають на процеси, що відбуваються з нерухомістю на ринку, і на оцінюваний об'єкт.

– Другий (місцевий) – рівень впливу локальних факторів в основному в масштабі міста або міського району. Ці фактори безпосередньо пов'язані з оцінюваним об'єктом і аналізом аналогічних об'єктів нерухомості і угод по ним.

– Третій (безпосереднього оточення) – рівень впливу факторів, пов'язаних з об'єктом нерухомості і багато в чому обумовлених його характеристиками.

До першого рівня належать 4 групи чинників: соціальні; економічні; фізичні (кліматичні умови, природні ресурси і джерела сировини, рельєф, топографія, екологія тощо); політичні (адміністративні). До другого – місце розташування; наявність розвинутої інфраструктури, умови продажів. До третього – фізичні (площа, розміри, поверховість; рік побудови чи реконструкції, поверховість та ін.; якість будівництва і експлуатації; наявність комунальних послуг; функціональна придатність; привабливість, комфорт); архітектурно-будівельні та фінансово-експлуатаційні характеристики.

Відповідно до [5, 6] фактори впливу вартості житла складаються з чотирьох характеристик: ділянки, місцеположення, району та політичні.

Є багато факторів, що впливають на вартість міських земель, серед яких просторові (доступність та безпека житлових районів, розвиненість транспортної інфраструктури), екологічні (якість навколишнього середовища) та економічні (вартість землі) фактори [7-9].

У нормативних документах [10] містобудівна цінність території населеного пункту визначається за оцінками її доступності відносно житлових районів, місць прикладання праці, установ обслуговування загальноміського значення, місць масового відпочинку з урахуванням їх розміщення у зонах різної містобудівної якості відповідно до генерального плану. Зони містобудівної якості визначаються відповідно до групування населених пунктів за чисельністю населення:

- I зона – центральна;
- II зона – середня;
- III зона – периферійна;
- IV – зона агломераційного розселення.

Автори [11] для визначення цінового поясу території житлової нерухомості всю територію міста поділяють на 4 зони:

- I ціновий пояс – історична частина міста;
- II ціновий пояс – центральна частина міста, житло бізнес-класу 5-10-хвилинної доступності до історичної частини;
- III ціновий пояс – перспективний район, спальний район, економ-сегмент 15-20-хвилинної доступності до центру;
- IV ціновий пояс – потенційний район, зона високої віддаленості від центру, більше 20 хвилин доступності до центру.

Україна рухається шляхом інтегрування в Європейський Союз, що потребує визначення нових стратегічних пріоритетів соціально-економічного розвитку країни.

В аналізі [12, 13] європейських ринків житлової нерухомості виявлені наступні тенденції на ринках житла Європи. Головною тенденцією є те, що інтенсивність житлового будівництва в останні роки сповільнюється. Причиною цього процесу є висока забезпеченість житлом (див. табл. 1).

Т а б л и ц я 1

Стан житлового будівництва у світі [12, 13]

Країна	Чисельність населення (млн. осіб)	Житловий фонд (тис. житлових приміщень)	Житлових приміщень з числом кімнат (%) ¹⁾		
			менше 3	3-5	6 та більше
Данія	5,8	2602	24,8	61,4	6
Німеччина	83	42235	12,7	64	23,3
Польща	38	13495	17,1	82,9 ²⁾	
Україна	42,1	16912	56	44 ²⁾	
Франція	64,8	24525	18,3	65,5	16,3

Примітки: 1) у деяких країнах сума доданків менше 100%, оскільки за деякими житловими приміщеннями число кімнат невідоме;
2) 3 та більше кімнат.

З табл. 1 випливає, що найвищий показник інтенсивності житлового будівництва у Франції – 6,4 нової квартири на 1000 жителів на рік і в Україні 5,8 нової квартири на 1 000 жителів на рік. Причина – висока забезпеченість житлом: в Німеччині на 1000 жителів припадає 509 квартир, мінімум – в Польщі – 355, в Україні – 402 квартири.

За даними Держстату України середня забезпеченість житлом зростає з 19,2 м²/особу у 1995 році до 24,2 м²/особу у 2019 році. Загальна площа житлового фонду у 1995 році складала 978,3 млн. м², у 2019 – 1011,4 млн. м²; кількість квартир у 1995 році – 18303, у 2019 – 17380.

Місто Северодонецьк є містом обласного підпорядкування, а з 2014 року – обласним центром Луганської області, з 2020 року – центром Северодонецького району. Розташовано у заплаві ріки Сіверський Донець та її лівої притоки – ріки Борової. Клімат помірно-континентальний: з сухим та жарким літом і холодною, малосніжною та вітряною зимою.

Загальна площа міста Северодонецьк складає 58 км². Станом на 01.01.2020 року населення м. Северодонецьк складало 112,4 тис. осіб, щільність населення 1938 осіб/км². З 1989 року спостерігається тенденція зменшення кількості населення міста. Ця проблема пов'язана зі складним екологічним становищем, зменшенням частки населення репродуктивного віку в загальній чисельності жителів регіону, падінням життєвого рівня населення, спадом промислового виробництва та у зв'язку із проведенням Антитерористичної операції на території Луганської та Донецької областей (рис. 1).

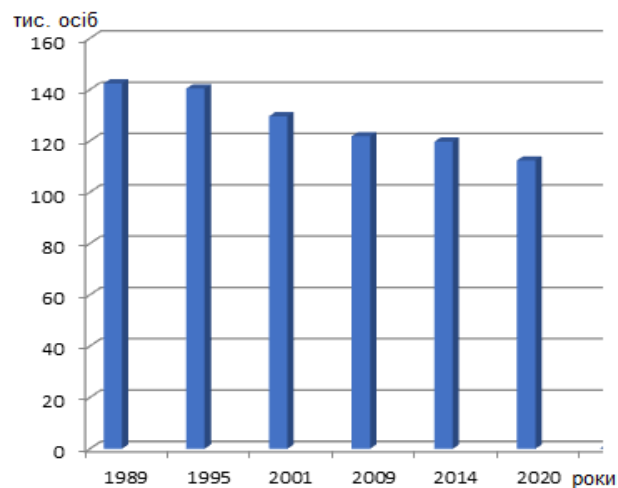


Рис. 1. Динаміка чисельності населення м. Северодонецьк

Відповідно до класифікації міст за чисельністю населення, м. Северодонецьк належить до середніх. У промисловості міста переважає хімічна галузь, приладобудування, підприємства будівельної та харчової промисловості.

Основою економічної бази міста є хімічна промисловість та приладобудування [14, 15].

Зовнішній зв'язок міста забезпечується автомобільним транспортом – розвинена мережа автомобільних доріг регіонального (Р-66) та територіального (Т-13-02 і Т-13-06) значення, залізничне сполучення відсутнє (найближчими станціями є Лисичанськ та Рубіжне). Є аеропорт, але повітряне сполучення відсутнє з 2014 року.

Житловий фонд міста Северодонецька складається з будинків комунальної форми власності, будинків, що належать об'єднанню співвласників багатоквартирних будинків, підприємствам та організаціям різної форми власності та індивідуальні будинки. Згідно зі статистичними даними кількість житлових будинків комунальної форми власності налічує 809 одиниць. Житловий фонд міста складає 2730,9 тис. м² загальної площі, у тому числі приватний житловий фонд 2534,6 тис. м². Загальна кількість квартир складає 46148 одиниць. Забезпеченість житлом – 24,3 м²/особу, що відповідає середньому показнику по Україні.

Весь житловий фонд м. Северодонецьк можливо розділити на чотири сектори, які знаходяться в трьох планувальних районах:

- I – стара частина міста – дво- та триповерхові будинки;
- II – середня частина міста – чотири- та п'ятиповерхові будинки;
- III – нова частина – дев'ятиповерхові будинки;
- IV – індивідуальні будинки.

На вартість житла у Северодонецьку впливає багато факторів. Перш за все, місто неможливо розподілити за методиками, запропонованими у [10, 11], оскільки забудова здійснювалася не від центральної частини до периферійної, як більшість міст України, а від раніше побудованого хімічного підприємства (зараз це ПрАТ «Северодонецьке об'єднання «Азот»»), розташованого на сході міста та відокремленого санітарно-захисною зоною від сельбищної території. Таким чином сформувався перший планувальний район, який складається переважно із забудови дво- та триповерховими житловими будинками й невеликої кількості чотири- та п'ятиповерхової. Основними перевагами цієї забудови є площа квартир (у дво- та триповерховій забудові), яка більше, ніж у будинках другого планувального району. Але основним і дуже суттєвим недоліком є близькість хімічного комбінату. Забудовувався район у 50-60-х роках минулого століття.

Другий планувальний район забудовувався у 70-80-х роках минулого століття переважно п'яти- та дев'яти, поверховими будинками. Основним недоліком цієї забудови є невелика площа квартир, що суттєво впливає на вартість житла цього району.

Третій планувальний район забудовано переважно дев'ятиповерховими житловими будинками, але є забудова чотири- та семиповерхова. Перевагами цього району є велика площа квартир, порівняно з другим планувальним районом, та наближеність до зелених насаджень, оскільки мікрорайони знаходяться на периферії міста і ще не вся їх площа забудована. Основним недоліком цього планувального району є недостатньо сформована транспортна інфраструктура та заклади комунально-побутового обслуговування.

Оскільки м. Сєверодонецьк має свою специфічну, притаманну тільки йому архітектурно-планувальне рішення, тому для оцінки використовувались наступні фактори. Місто Сєверодонецьк – місто хімічної промисловості, тому перш за все велика увага при виборі місці проживання буде приділятися екологічній складовій: чим ближче до промислових підприємств, тим нижче буде чистота повітря, а відповідно і нижче буде вартість житла. Відповідно до цього фактору дешевші будуть квартири у першому планувальному районі, розташованому на сході міста у безпосередній близькості до хімічного підприємства.

Територій з історичною забудовою в місті немає, оскільки статус міста отримано тільки наприкінці 50-х років минулого століття, тому історичної цінності території відповідно не мають. Але доцільним буде оцінити привабливість забудови відповідно до якості навколишнього оточення, гармонії між згрупованими будівлями з точки зору висоти і розміру, функціональних і фізичних співвідношень між будівлями, типу і кольору оздоблювального матеріалу будівель та ін.

В процесі оцінки привабливості забудови враховувались розмір вулиць, матеріали і якість їх покриття, розвиненість транспортної інфраструктури (інтенсивність руху транспорту, швидкий доступ у різні точки міста, наявність автостоянок, кількість зелених насаджень на вулицях, інтенсивність шуму від авто, наявність малих архітектурних форм та ін.).

Наступним фактором вартості житла оцінювався швидкий доступ до об'єктів культурно-побутового соціального обслуговування, ландшафтних і рекреаційних зон.

Особливу роль у вартості житла відіграє безпека території проживання: охорона території житлового кварталу, парковок, інтенсивність вуличного освітлення в нічний час та рівень вуличної активності.

Основними показниками вартості житла у різних районах міста були: віддаленість від центру міста та організацій громадського обслуговування (зокрема закладів дошкільної та шкільної освіти), розвиненість транспортної та інженерної інфраструктури, рік забудови, поверх та поверховість, загальна площа квартири, площа кухні, наявність автономного опалення, якість ремонту та меблів тощо. Оцінювалося вторинне житло міста, оскільки з 2019 року нове житло не здається в експлуатацію. Вартість житла у різних районах міста наведена у табл. 2.

Т а б л и ц я 2

Вартість житла, тис. грн, у різних районах міста

Планувальний район	Кількість кімнат у квартирі				Індивідуальні будинки	
	1	2	3	4 та більше	до 100 м ²	понад 100 м ²
I	336/504	392/714	518/1239	728/980	1218	3360
II	448	630	778,4	896	875	2123
III	504	812	873,6	1008/3136		3479

Так, у першому планувальному районі вартість житла у центральній частині (вартість у табл. 2 вказана через дріб) у два рази більше, ніж у інших його частинах. А у третьому планувальному районі – житло бізнес-класу у нових мікрорайонах (забудова 2015-2018 рр.) перевищує у три рази, ніж у інших його частинах.

За результатами проведених досліджень, можливо зробити наступний висновок: найбільшу вартість має житло у третьому планувальному районі: він найбільш віддалений від джерела забруднення – ПрАТ «Севєродонецьке об'єднання «Азот»» та знаходиться в оточенні зелених насаджень та водних просторів. Освітлені вулиці та охоронювані території кварталів з упорядкованою прибудинковою територією. За всіма критеріями найменш привабливим та найбільш дешевим є житло у першому планувальному районі: близькість до хімічної промисловості, недостатня освітленість території та неупорядкована прибудинкова територія.

Література

1. Gaube V., Remesch A. Impact of urban planning on household's residential decisions: An agent-based simulation model for Vienna. *Environ Model Softw.* 2013 Jul;45:92-103. doi: 10.1016/j.envsoft.2012.11.012
2. Сидоровых А.С. Оценка влияния транспортной доступности на цены недвижимости// А.С. Сидоровых / Прикладная эконометрика. – 2015. – № 37 (1). – С. 43-56.
3. Тищенко О.П. Європейський підхід до розвитку житлового господарства: орієнтири для України / О.П. Тищенко // Актуальні проблеми економіки. – 2015. – № 3. – С. 301-309.
4. Виноградов Д.В. Экономика недвижимости : учебное пособие / Владим. гос. ун-т; Сост.: Д.В. Виноградов. – Владимир, 2007. – 136 с.
5. Tao Zhou, Rui Zhao, Yulin Zhou. Factors Influencing Land Development and Redevelopment during China's Rapid Urbanization: Evidence from Haikou City, 2003–2016. *MDPI, Sustainability* 2017, 9, 2011; doi: 10.3390/su9112011
6. Portnov B., Odish Y., Fleishman L. Factors Affecting Housing Modifications and Housing Pricing: A Case Study of Four Residential Neighborhoods in Haifa, Israel. *The Journal of Real Estate Research*, 2005, 27:4, 371-407. <https://core.ac.uk/download/pdf/7159973.pdf>
7. Topcu M., Kubat A. S. The Analysis of Urban Features that Affect Land Values in Residential Areas. *Proceedings of the 7th International Space Syntax Symposium*. Edited by Daniel Koch, Lars Marcus and Jesper Steen, Stockholm: KTH, 2009. 026:1-9. http://www.sss7.org/Proceedings/07%20Urban%20Structures%20and%20Spatial%20Distribution/026_Topcu_Kubat.pdf
8. Gatzlaff D. H., Smith M. T. (1993). The impact of the Miami metrorail on the value of residences near station locations. *Land Economics*, 69 (1), 54–66.
9. Portnov B. A., Genkin B., Barzilay B. (2009). Investigating the effect of train proximity on apartment prices: Haifa, Israel as a case study. *The Journal of Real Estate Research*, 31 (4), 371–395.
10. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. – К.: Мінрегіон України, 2019. – 185 с. Режим доступа: <https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/07/DBN-B22-12-2019.pdf>

11. Денисенко Н. О., Супрун О. А. Використання маркетингового аудиту для розвитку колишніх промзон / Н.О. Денисенко, О.А. Супрун // Наукові вісті Дніпровського університету. – Дніпропетровськ: СДУ ім. В. Даля, 2019. – № 16. Режим доступу: http://nvdu.snu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/02/2019_16_9.pdf
12. Россия и страны мира. 2020: Стат.сб./Росстат. - М., 2020. – 385 с.
13. Обзор европейских рынков жилой недвижимости: Deloitte [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/realestate/russian/ru_real_estate_index_final_rus.pdf.
14. Білошицька Н. І. Зелені насадження міста Дніпропетровська / Н. І. Білошицька, Г. О. Татарченко, М. В. Білошицький // Наукові вісті Дніпровського університету. - 2019. – № 16. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvdu_2019_16_4
15. Татарченко Г.О. Формування зеленого каркаса – важлива умова містобудування / Г.О. Татарченко, Н.І. Білошицька // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2020. – Вип. 75 (2020). – С. 361-370. DOI: <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2020.75.361-370>.

МІСТОБУДІВНІ ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВАРТІСТЬ ЖИТЛА

Білошицька Н.І., Поркуян С.Л.

На формування моделей міських структур впливає низка факторів, що відбивається на якості та вартості житла: доступні будівельні технології, планувальна структура міста, розвинена транспортна інфраструктура, ринок нерухомості, державна політика, політична ситуація та ін. В роботі проведено аналіз містобудівних факторів, що впливають на якість та вартість житла на прикладі м. Дніпропетровськ, а саме: доступність, розвиненість транспортної інфраструктури, безпека та якість навколишнього середовища. Найбільшу вартість має житло у третьому планувальному районі: він найбільш віддалений від джерела забруднення – хімічного підприємства, знаходиться в оточенні зелених насаджень та водних просторів. Освітлені вулиці та охоронювані території кварталів з упорядкованою прибудинковою територією.

Ключові слова: вартість житла, планувальна структура, доступність, безпека, транспортна інфраструктура, якість навколишнього середовища.

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СТОИМОСТЬ ЖИЛЬЯ

Белошицкая Н. И., Поркуян С. Л.

На формирование моделей городских структур влияет ряд факторов, отражающийся на качестве и стоимости жилья: доступные строительные технологии, планировочная структура города, развитая транспортная инфраструктура, рынок недвижимости, государственная политика, политическая ситуация и др. В работе проведен анализ градостроительных факторов, влияющих на качество и стоимость жилья на примере г. Дніпропетровськ, а именно: доступность, развитость транспортной инфраструктуры, безопасность и качество окружающей среды. Наибольшую стоимость имеет жилье в третьем планировочном районе: он наиболее удален от источника загрязнения – химического предприятия, находится в окружении зеленых насаждений и водных пространств. Осве-

ценные улицы и охраняемые территории кварталов с благоустроенной придомовой территорией.

Ключевые слова: стоимость жилья, планировочная структура, доступность, безопасность, транспортная инфраструктура, качество окружающей среды.

URBAN PLANNING FACTORS THAT AFFECT THE COST OF HOUSING

Biloshytska N., Porkuyan S.

The formation of models of urban structures is influenced by a number of factors that affect the quality and cost of housing: available construction technologies, the planning structure of the city, developed transport infrastructure, the real estate market, government policy, political situation, etc. and the cost of housing on the example of Severodonetsk, namely: availability, transport infrastructure development, safety and quality of the environment. Housing in the third planning area has the highest value: it is farthest from the source of pollution - a chemical plant, surrounded by green spaces and water spaces. Illuminated streets and protected areas of quarters with a landscaped local area.

Key words: the cost of housing, planning structure, accessibility, safety, transport infrastructure, environmental quality.

ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ОСНОВИ МЕТОДОМ «ГЕОКОМПОЗИТ»

Тімченко Р. О., Головка С. І., Кришко Д. А., Барон Т. О.

Метод «Геокомпозит» – один із прогресивних методів, рекомендований для зміцнення слабких і техногенних ґрунтів в основах фундаментів методом ін'єкційного ущільнення (армування), який ґрунтується на керованому ін'єктуванні під тиском розрахункових об'ємів, твердіючих розчинів за спеціально розрахованою об'ємно-планувальною схемою. Фрагменти ґрунтового масиву, заключені між включеннями, ущільнюються тиском ін'єкції розчину, набуваючи за рахунок ущільнення істотно поліпшені механічні характеристики [1-5].

Технологія поліпшення слабких і просідаючих ґрунтів методом «Геокомпозит» розроблений академіком Осіповим В.І. та Філімоновим С.Д. [6, 7].

Застосування методу «Геокомпозит» спрямоване на зміцнення ґрунтів основи будівель і споруд [8-11]. Метод «Геокомпозит» застосовують при:

- зміцненні основ аварійних будівель і споруд;
- підготовці основ для нового будівництва;
- підвищенні здатності несучих ґрунтів;
- зміцненні основ пам'ятників архітектури;
- зміцненні ґрунтового масиву уздовж відкритих і над закритими гірськими виробленнями для досягнення збереження довколишніх будівель і споруд;
- ущільненні насипних ґрунтів для житлового, промислового, дорожнього і інших видів будівництва;
- закріпленні ґрунтових масивів з метою підвищення стійкості схилів;
- зміцненні бутових фундаментів;
- виправленні крену аварійних будівель;
- закріпленні ґрунтових масивів з метою підвищення стійкості укосів будівельних вироблень;
- зміцненні ґрунтів основ житлових будинків, що будуються, в зоні карсто-небезпечних проявів;
- цементуванні карстових порожнин і тріщин в основі житлових будинків, промислових споруд і історичних пам'ятників архітектури;
- облаштуванні шпунтового обгороджування будівельних котлованів і тимчасових будівельних виїмок;
- анкерному кріпленні при посиленні шпунтових обгороджувань будівельних котлованів і підпірних стінок;
- зміцненні ґрунтів основи для підвищення їх суфозійної стійкості;
- зміцненні берегової лінії;
- підвищенні стійкості ґрунтів в покрівлях тунелів і штолень, що будуються;

- створенні протифільтраційних завіс при будівництві відкритих і підземних гірських вироблень великого перерізу;
- облаштуванні екрануючих завіс для зниження рівня дії на будівлі сейсмічних коливань, що збуджуються техногенними джерелами (ж/д, метро та ін.);
- підвищенні здатності слабких несучих ґрунтів, при зведенні портових споруд (причальні стінки, пірси та ін.);
- зміцненні масивів насипних гребель, гребель обвалування;
- створенні протифільтраційних завіс в насипних греблях і греблях;
- захисті будівель і споруд при небезпеці освіти або прояві крену.

Використання методу «Геокомпозит» можливо для будь-яких типів фундаментів: плитних, стрічкових, стовпчастих і паль. Наявність ґрунтових вод не є протипоказанням застосуванню методу «Геокомпозит» [12-14].

У радіусі 1,5–2,0 метри від ін'єктору розчин заповнює тріщини і порожнечі, тиском ущільнює рихлий ґрунт, діючи як внутрішньомасивний домкрат, і формує в процесі твердіння жорсткий армуючий каркас, утворюючи включення цементного каменю. Жорсткий каркас із затверділого розчину додатково зміцнює ущільнений ґрунтовий масив. Посилений таким чином ґрунтовий масив є принципово новою техногенною структурою, що має високу міру жорсткості і хаотичну структуру, що нагадує корені дерева (рис. 1).

Було проведено порівняння двох варіантів рішення закріплення ґрунтової основи за допомогою паль та методом «Геокомпозит» (рис. 2). За даними досліджень майданчик характеризується такими елементами (рис. 3):

ПЕ1 – насипний шар представлений асфальтовим покриттям з улаштуванням із щебеню;

ПЕ2 – насипний шар представлений щебенем кристалічних порід різної великості з глинистим заповнювачем;

ПЕ3 – ґрунтовий шар, суглинок, твердий;

ПЕ4 – суглинок темно-бурий до чорного, лесовидний, карбонатний нерівномірно гумусований, твердий (шар підґрунтя);

ПЕ5 – суглинок жовто-бурий коричневий, на початку шару з сіруватим відтінком, лесовидний, сильнокарбонатний, з частими включеннями борошнистих карбонатів тріщинуватий, твердий;

ПЕ6 – суглинок жовто-бурий, коричневий, лесовидний, карбонатний, неоднорідний за складом сильнопісчаний, місцями до низу інтервалу, з сірими набряками, із зернами і нальотами марганцю, твердий.

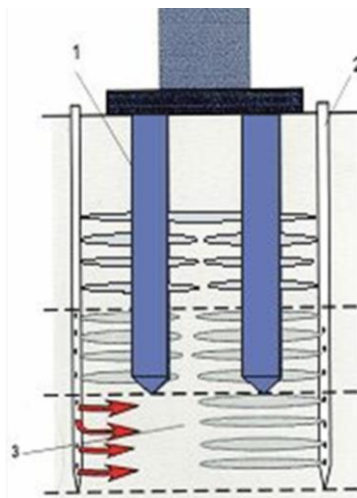


Рис. 1. Схема укріплення пальового фундаменту: 1 – паля, 2 – ін'єктор, 3 – геокомпозитне утворення

Водовміщуючими є піски ІГЕ7, 8. Водоупором служать ґрунти ІГЕ9.
 Ґрунти ІГЕ5, 6 мають просідаючі властивості з відносним просіданням при $P = 0,3 \text{ МПа}$ відповідно 0,018 та 0,012. Ґрунтові умови за просіданням І типу.

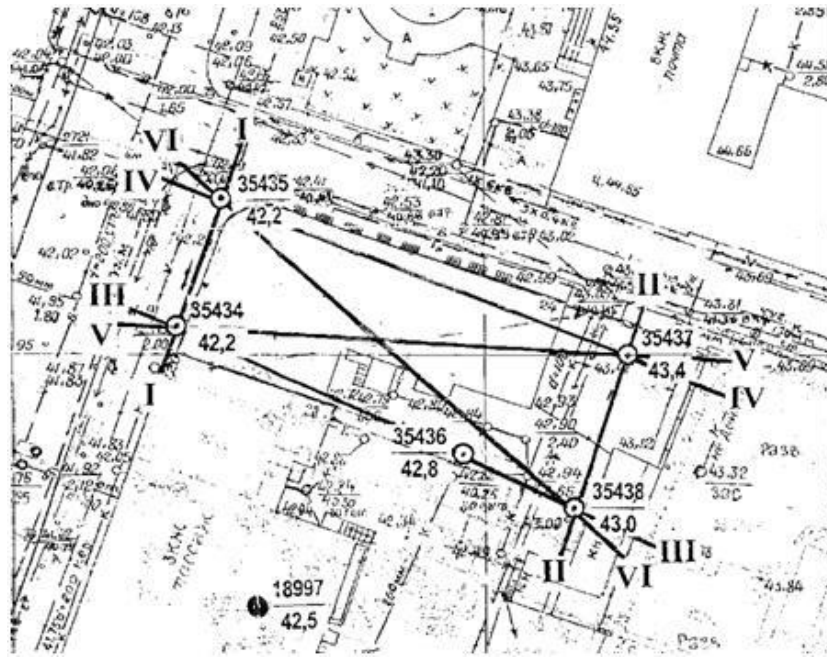
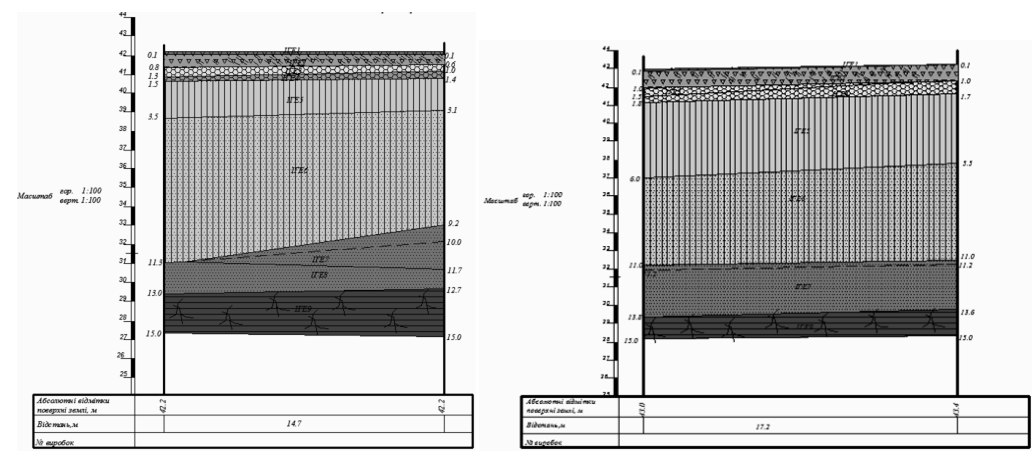


Рис. 2. Профільні лінії інженерно-геологічних розрізів



а б
 Рис. 3. Геолого-літологічні розрізи I-I (а) та II-II (б)

При використанні першого варіанту (закріплення за допомогою палів) використано палі розмірами 350×350 мм та довжиною 10 м у кількості 430 шт., які

опираються на скальні ґрунти. При використанні другого варіанту (закріплення ґрунтової основи за допомогою методу «Геокомпозит») кількість паль скоротилася до 94 шт. та закріплено ґрунтовий масив розчином, який складається з цементу, води та бентоніту (рис. 3).

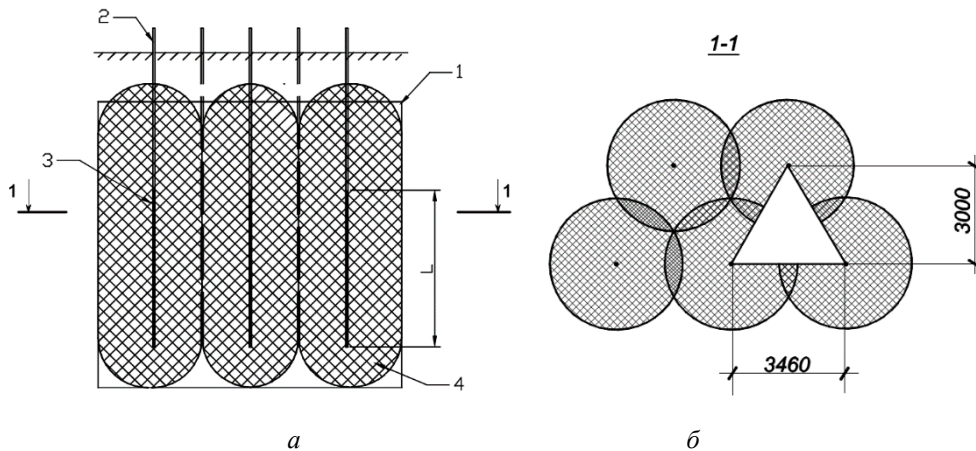


Рис. 4. Розрахункова схема закріплення ґрунту методом «Геокомпозит» (а) та розріз 1-1 (б): 1 – розрахунковий масив; 2 – ін'єктори та ін'єкційні свердловини; 3 – діюча частина свердловини; 4 – суцільний масив закріпленого ґрунту

Застосування методу «Геокомпозит» (рис. 4) для вирішення геотехнічних завдань на даному об'єкті дозволяє отримати економічні переваги, такі як:

- низька собівартість проведення технологічних робіт при високій мобільності і ефективності.
- використання інертних матеріалів, що забезпечують екологічну чистоту методу.
- відсутність необхідності використати важке ударне устаткування, що викликає динамічні навантаження.
- можливість використання усередині приміщень аварійних будівель і споруд легкого сучасного устаткування, яке дозволяє проводити зміцнення основ практично у будь-яких приміщеннях без порушення стану і цілісності приміщення, що реконструюються.

А також технологічні, які дозволили:

- посилити ґрунти в розщільнюючій зоні, пов'язаній з прокладенням підземного колектора;
- стабілізувати осідання основи під стрічковими фундаментами поруч розташованої забудови;
- відновити несучу здатність стрічкового фундаменту;
- повністю виключити розвиток додаткових осідань в зоні впливу будівництва.

Це надійний метод дозволить отримати економію на 30-50% за трудовитратах, термінах, вартості, в порівнянні з іншими традиційними методами.

Різноманітність інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов будівельних майданчиків при сучасному будівництві вимагає індивідуального підходу до питань зведення фундаментів в кожному конкретному випадку.

Література

1. Кривошеєв П.І. “Науково-технічні проблеми координації дій щодо захисту будівель, споруд і територій зі складними інженерно-геологічними умовами” // Будівництво України. – 2001. – № 6. – С. 16-19.
2. ДБН В.1.1-45:2017 Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення – К.: Мінрегіонбуд, 2017. – 35 с.
3. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення – К.: Мінрегіонбуд, 2018. – 40 с.
4. Кушнер С. Г. Влияние техногенных факторов на оползнеобразование в лессовых грунтах // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2001. – № 2. – С. 2–5.
5. Применение математического моделирования для оценки напряженно-деформированного состояния системы „основание – фундамент – верхнее строение” в сложных инженерно-геологических условиях / Р. О. Тімченко, Д. А. Крішко, С. О. Попов, О. П. Сухан // 36. наук. ст. «Строительство. Материаловедение. Машиностроение». Сер.: Компьютерные системы и информационные технологии в образовании, науке и управлении. – Дніпропетровськ: ПГАСА, 2014. – Вип. 78. – С. 263-269.
6. Подготовка оснований зданий и сооружений, строящихся на замедленнопросадочных грунтах I и II типа по просадочности / А.Н. Богомолов, Ю.И. Олянский, Л.А. Анисимов, Е.В. Щекочихина, А.Ф. Алексеев // Вестник Волгоград. гос. арх.-строит. ун-та. Строительство и архитектура. – 2015. – № 41 (60). – С. 14–23.
7. Lavrusevich A.A., Lavrusevich S.A., Gorshkova O.G. Technogenesis and behavior of the loessial rocks // In book: Proceedings of International Scientific Conf. – Vladivostok: Dalnauka, 2009. – P. 130–131.
8. Пантюшина Е.В. Лессовые грунты и инженерные методы устранения их просадочных свойств // Ползуновский вестник. – 2011. – №1. – С. 127–130.
9. Спосіб визначення несучої здатності палі по бічній поверхні : Пат. на винахід 107613 Україна, МПК E02D 1/00 33/00 / заявники і власники: В.Л. Седін, В.І. Крисан, В.В. Крисан, К.М. Бікус. – № а 2013 07368: публ. 26.01.2015, Бюл. № 2. – 4 с.
10. Строкова Л.А. Цифровые модели грунтовых оснований – анализ и особенности применения // Геопрофиль. – 2011. – № 4. – С. 38-43.
11. Табачников С.В. Несущая способность буроинъекционных свайных анкеров в дисперсных грунтах: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.02. – Харьков: ХНУБА, 2015. – 159 с.
12. Седін В.Л., Бікус К.М., Мельник А.М. Вплив здавлюваного навантаження на деформативність основ буроін’єкційних паль // Основи і фундаменти: Межвідомчий наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2014. – Вип. 35. – С. 9-20.
13. Опыт исследования работы свай различной формы в условиях слабых грунтов / В.Л. Седин, В.Б. Швец, А.И. Алексеев, М.П. Захваткин, К.М. Бикус // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ, 2010. – № 9. – С. 34-39.
14. Усовершенствование методики определения сил отрицательного трения грунта по результатам испытания натуральных свай / А.В. Самородов, С.В. Табачников, В.Е.

ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ОСНОВИ МЕТОДОМ «ГЕОКОМПЗИТ»

Тімченко Р. О., Головка С. І., Крішко Д. А., Барон Т. О.

Розглянуто один із прогресивних методів (метод «Геокомпозит»), рекомендований для зміцнення слабких і техногенних ґрунтів в основах фундаментів методом ін'єкційно-го ущільнення (армування), який ґрунтується на керованому ін'єктуванні під тиском розрахункових об'ємів, твердіючих розчинів за спеціально розрахованою об'ємно-планувальною схемою –. Фрагменти ґрунтового масиву, заключені між включеннями, ущільнюються тиском ін'єкції розчину, набуваючи за рахунок ущільнення істотно поліпшені механічні характеристики. Застосування методу «Геокомпозит» для вирішення геотехнічних завдань дозволяє отримати економічні переваги перед іншими методами.

Ключові слова: метод «Геокомпозит», зміцнення ґрунтів, палі.

ПОВЫШЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОСНОВАНИЯ МЕТОДОМ «ГЕОКОМПЗИТ»

Тимченко Р. А., Головка С. И., Кришко Д. А., Барон Т. А.

Рассмотрен один из прогрессивных методов (метод «Геокомпозит»), рекомендованный для укрепления слабых и техногенных ґрунтов в основаниях фундаментов методом инъекционного уплотнения (армирования), основанный на управляемом инъектировании под давлением расчетных объемов, твердеющих растворов по специально рассчитанной объемно-планировочной схеме. Фрагменты ґрунтового массива, заключенные между включениями, уплотняются давлением инъекции раствора, приобретая за счет уплотнения существенно улучшенные механические характеристики. Применение метода «Геокомпозит» для решения геотехнических задач позволяет получить экономические преимущества перед другими методами.

Ключевые слова: метод «Геокомпозит», укрепление ґрунтов, сваи.

INCREASING THE LOADING CAPACITY OF THE SUBSTRATE BY THE «GEOCOMPOSITE» METHOD

Timchenko R. O., Golovko S. I., Krishko D. A., Baron T. A.

One of the progressive methods (the «Geocomposite» method) is considered, which is recommended for strengthening weak and technogenic soils in the bases of foundations by the injection compaction (reinforcement) method, based on controlled injection under pressure of calculated volumes of hardening solutions according to a specially calculated space-planning scheme. Fragments of the soil mass enclosed between the inclusions are compacted by the injection pressure of the solution, acquiring significantly improved mechanical characteristics due to compaction. Application of the «Geocomposite» method for solving geotechnical problems allows obtaining economic advantages over other methods.

Keywords: «Geocomposite» method, soil strengthening, piles.

ПРОЕКТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ФУНДАМЕНТНИХ КОНСТРУКЦІЙ ДЛЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ В ОСОБЛИВИХ УМОВАХ

Тімченко Р. О., Головка С. І., Крішко Д. А., Бронів Д. Г.

Проектування фундаментів під висотні споруди є складним геотехнічним й конструкторським завданням, позитивне рішення якого багато в чому залежить від точної оцінки характеристик ґрунтів, що складають геологічний розріз ділянки будівництва, й правильного виконання розрахунку спільної роботи фундаментів та ґрунтової основи [1].

Для обґрунтованого вибору типів і розмірів фундаментів та габаритів несучих конструкцій підземних частин висотної будівлі необхідні результати інженерно-геологічних вишукувань, котрі повинні містити дані з урахуванням прогнозу змін інженерно-геологічних та гідрогеологічних умов і можливого розвитку шкідливих процесів (карстово-суффозійних, зсувних тощо) у період будівництва та експлуатації об'єкта, а також необхідні дані для оцінки впливу на роботу системи "основа-фундамент" несприятливих фізико-механічних процесів.

Завдання проектування оптимальних фундаментних конструкцій вважається успішно вирішеним, якщо отримане рішення задовольняє вимогам норм проектування. Проте таке рішення, як правило, неоднозначне: може бути декілька варіантів конструкцій, що задовольняють вказаним вимогам. Оптимальне проектування полягає в тому, щоб серед усіх допустимих рішень вибрати найкраще за певним критерієм [2].

Проектування конструкцій нульового циклу у будівництві вимагає покращеної нормативної бази, сучасних методів визначення фізико-механічних характеристик основ, нових розрахункових програм, що враховують фізичну і геометричну нелінійність [3].

На сьогоднішній день серед існуючих типів фундаментів під висотні інженерні споруди значний процент займають плитні фундаменти для роботи в особливих умовах, котрі характеризуються, по-перше, інженерно-геологічними умовами, що погіршуються, та, по-друге, процесами з просіданнями основ, які зумовлені природно-техногенними умовами урбанізованих територій [4]. У зв'язку з цим необхідні спеціальні конструкції фундаментів, які зможуть працювати у таких умовах.

Авторами запропоновано удосконалене конструктивне рішення плитного фундаменту для проектування висотних будівель в особливих умовах. Удосконалена дана модель фундаментної конструкції за рахунок заміни звичайної масивної плити фундаменту плитою з системою пересічених балок різної жорсткості (рис. 1) [5].

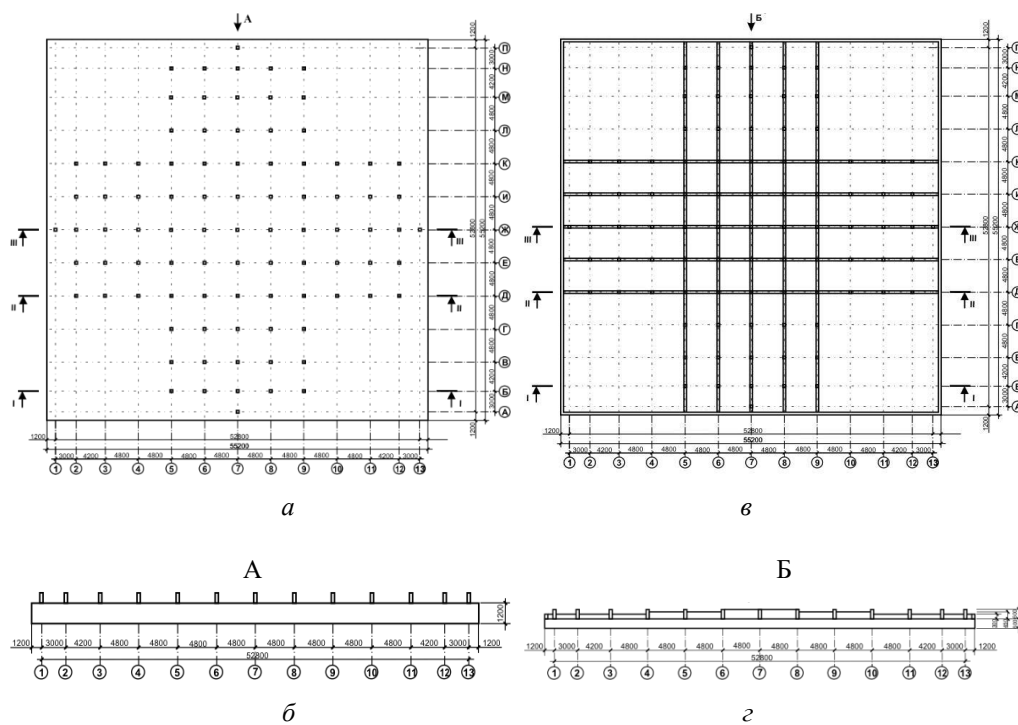


Рис. 1. I варіант – план фундаменту (а) та вид А (б),
II варіант – план фундаменту (в) та вид Б (г)

Запропоноване рішення плитного фундаменту [5] зі змінними жорсткісними характеристиками пересічених балок застосовано для конструкції нульового циклу висотної інженерної споруди – 12-ти поверхового житлового будинку – як міра захисту при будівництві в особливих умовах.

Територія м. Кривого Рогу характеризується складними ґрунтовими умовами будівництва, де початкове осідання протікає вельми нерівномірно та можливі інші деформаційні ґрунтові процеси, не залежні від ваги будівлі, які можуть раптово початися у будь-який час впродовж всього терміну експлуатації будівель [4]. Тому в складних умовах небезпека для будівель і непередбачуваність деформаційних ґрунтових процесів в основах набагато вищі, ніж в звичайних умовах.

При розгляді системи “основа – фундамент” робляться акценти на специфіці властивостей залізобетону або на особливостях ґрунтової основи. Проте неточність розрахункових схем, недоліки в оцінці характеристик ґрунтової основи та у роботі будівель і споруд призводить до того, що ці будови отримують значні деформації (тріщини в конструкціях, перекоси, крен) і виходять з експлуатації.

Аналіз існуючих робіт по дослідженню поведінки фундаментних плит, що взаємодіють з нерівномірно-деформуючими основами показує, що досі немає загальноприйнятої методики розрахунку, яка дозволяє одночасно враховувати особливості деформації залізобетону і ґрунту в умовах складного навантаження,

що має місце при додатковій (не залежній від зовнішнього навантаження) деформації основи під час експлуатації будівель та споруд [3].

Проведені великі теоретичні та експериментальні дослідження плитних фундаментів вітчизняними і зарубіжними вченими привели до розробки методів і створення розрахункових програм для ПК. Вони дозволяють розраховувати спільну роботу фундаменту з основою [6].

Розроблена методика оцінки пружно-деформованого стану системи “основа–фундамент” при дії можливих комбінацій навантажень з урахуванням особливих умов проектування враховує складні інженерно-геологічні умови будівництва – на підроблюваних територіях та основах, складених ґрунтами I групи просідання. Ці етапи моделювання виконувались з метою простежити за поведінкою фундаменту (I та II варіанти) у несприятливих умовах їхньої роботи.

Було проведено порівняння звичайного плитного фундаменту, варіант I (рис. 1, а, б), таких же конструктивних розмірів: довжина (L) = 55,2 м; ширина (B) = 55,2 м; в осях: 52,8 м в обох напрямках, висота фундаментної плити – 1,2 м з запропонованим рішенням конструкції плитного фундаменту – варіант II (рис. 1, в, г).

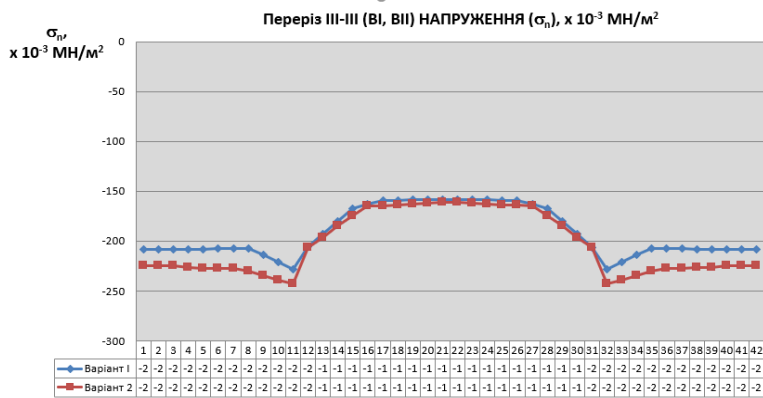
Розрахунок виконувався на поперечному вертикальному розрізі, тому для моделювання ситуації обрано найбільш характерний центральний переріз фундаментної плити III-III (рис. 1).

Проведено поетапне моделювання сумісної роботи фундаментної конструкції 12-ти поверхового житлового будинку з ґрунтовою основою за допомогою програмного комплексу “Plaxis” [7]. Таке моделювання передбачає визначення пружно-деформованого стану системи з урахуванням технологічних моментів зведення нульового циклу будівлі – від влаштування плитного фундаменту до його експлуатації.

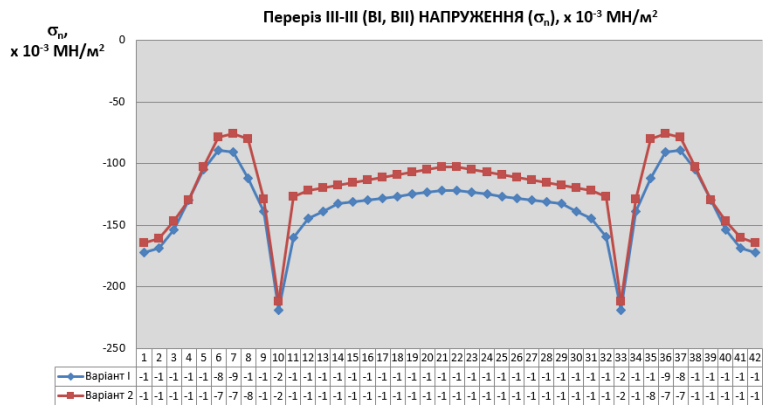
Аналіз отриманих результатів поетапного моделювання конструкцій нульового циклу показує можливість застосування як I варіанту, так і II варіанту фундаменту – максимальні просідання усіх моделей знаходяться у допустимих межах згідно діючих нормативних документів [8].

У той же час отримані результати досліджень свідчать про більш якісні кількісні результати роботи II варіанту фундаменту. Так, на етапах моделювання при порівняно однакових повних деформаціях у звичайному плитному фундаменті (I варіант) виникають більші вертикальні деформаційні переміщення, порівняно з II варіантом фундаменту. Напруження при роботі II варіанту фундаменту значно менші порівняно з I варіантом:

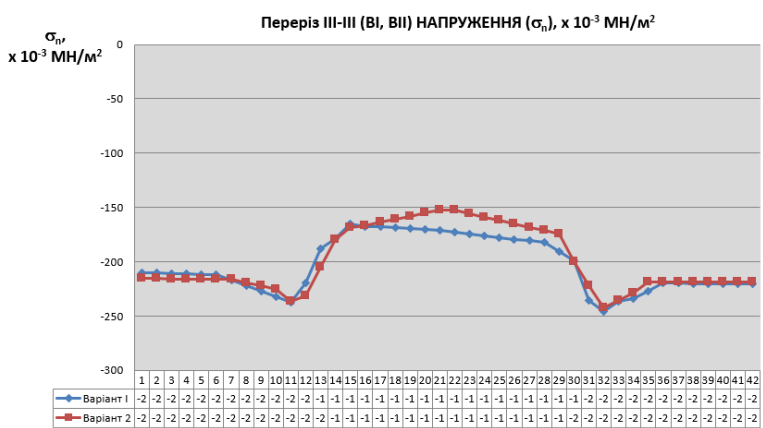
- на 1-му етапі моделювання максимальні напруження σ (рис. 2, а):
 $228,623 \times 10^{-3}$ МН/м² (I варіант) та $213,267 \times 10^{-3}$ МН/м² (II варіант);
- на 2-му етапі моделювання максимальні напруження σ (рис. 2, б):
 $218,836 \times 10^{-3}$ МН/м² (I варіант) та $211,886 \times 10^{-3}$ МН/м² (II варіант);
- на 3-му етапі моделювання максимальні напруження σ (рис. 2, в):
 $228,248 \times 10^{-3}$ МН/м² (I варіант) та $243,254 \times 10^{-3}$ МН/м² (II варіант).



a



б



в

Рис. 2. Порівняльні графіки отриманих результатів моделювання по I та II варіантам на 1-му (а), на 2-му (б) та на 3-му етапах (в)

Отримані результати пояснюються тим, що збільшення гнучкості плити за рахунок включення у конструкцію системи пересічених балок різної жорсткості та відповідно деяке збільшення переміщень сприяє більш рівномірному пере-

розподілу напружень у конструкції та деякому зниженню контактних зусиль у ґрунтовій товщі – тобто покращенню сумісної роботи системи “основа – фундамент”. Використаний принцип “підатливості” у даному випадку є більш ефективним рішенням з розглянутих варіантів і надає перевагу запропонованому II варіанту перед типовим I варіантом фундаменту, який представлений у вигляді масивної плити, що працює як жорстка конструкція, а тому погано сприймає пластичні деформації.

Варто також зазначити, що конструкція запропонованого варіанту фундаменту (II варіант) з системою пересічних балок різної жорсткості, жорстко закріплених у плиті, забезпечує сприймання уступоподібних деформацій основи (розсуцільнення), котрі виникають у результаті несприятливих фізико-геологічних процесів на підроблюваних територіях (характерно для м. Кривий Ріг).

Про це свідчать результати етапів моделювання – II варіант фундаменту має менші осідання та виникаючі напруження. Тобто в особливих умовах проектування, коли конструкція нульового циклу потрапляє під додаткові впливи та деформації, перевагу у роботі має запропонована конструкція фундаменту.

Отримані результати дослідження свідчать про доцільність застосування фундаменту підвищеної несучої здатності (II варіант) з метою інженерного захисту територій з особливими умовами проектування.

Конструкція нульового циклу у вигляді плитного фундаменту зі змінними жорсткістними характеристиками пересічених балок, жорстко закріплених у плиті має ряд переваг:

- економічна доцільність проектного рішення, оскільки конструкція навіть в особливих умовах проектування виключає устрій штучних основ або паль глибокого закладання;

- скорочення часу будівництва конструкції нульового циклу;

- скорочення витрат матеріалів на виготовлення конструкції фундаменту.

Також запропонований фундамент відрізняється високою ефективністю роботи та підвищеною надійністю експлуатації будівель. Робота даної конструкції полягає в обмеженні та навіть запобіганні абсолютних і відносних переміщень фундаменту та надфундаментної будови такими межами, при яких гарантується нормальна експлуатація споруди і не знижується її довговічність. Фундамент працює на вигін, забезпечуючи рівномірне осідання усієї будівлі, що особливо важливо для будинків підвищеної поверховості при будівництві в особливих умовах.

Отже, детальне проектування та сучасні методи моделювання сумісної роботи фундаментної конструкції з ґрунтовою основою сприяють підвищенню комплексної ефективності використання міських територій, водночас вирішуючи задачу вибору конструкцій нульового циклу. Такі конструкції при проектуванні багатоповерхових будівель у несприятливих умовах забезпечують сумісну просторову роботу, сприймаючи та перерозподіляючи виникаючі зусилля в елементах верхньої будови при деформаціях основ у складних інженерно-геологічних умовах.

Література

1. Городецкий О.С. Деякі питання проектування фундаментних конструкцій висотних будинків // Будівництво України. – 2004. – № 2. – С. 39-43.
2. Темченко А.Г., Тимченко Р.А., Кришко Д.А. Эффективность применения “комбинированной системы нулевого цикла” для высотных зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических условиях строительства // Разработка рудных месторождений: Материалы науч.-техн. конф. – Кривой Рог, 2007. – С. 23-27.
3. Петраков А.А. Исследование предельных состояний сооружений на деформируемом основании. // Современные проблемы строительства; Ежегодный науч.-техн. сборник. – Донецк: Донецкий ПромстройНИИпроект, ООО Лебедь, 1997. – С. 22-27.
4. Кривошеев П.І. Науково-технічні проблеми координації дій щодо захисту будівель, споруд і територій зі складними інженерно-геологічними умовами // Будівництво України. – 2001. – № 6. – С. 16-19.
5. Пат. 13794 Україна, МПК 6 Е 02D 27/00. Фундамент будівлі, споруди: 13794 Україна, МПК 6 Е 02D 27/00 Тимченко Р.О (Україна). – № u 2005 10214; Заявл. 31.10.2005; Опубл. 17.04.2006, Бюл. № 4. – 6 с
6. Тимченко Р.А., Субота О.В. Проектирование высотной жилой застройки в сложных инженерно-геологических условиях с учетом геотехнических характеристик // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2008. – Вип. 29. – С. 353-359.
7. R.V.I. Brinkgreve. P.A. PLAXIS B.V. – Rotterdam, Brookfield, 1998. – 70 p.
8. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення – К.: Мінрегіонбуд, 2018. – 40 с.

ПРОЕКТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ФУНДАМЕНТНИХ КОНСТРУКЦІЙ ДЛЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ В ОСОБЛИВИХ УМОВАХ

Тімченко Р. О., Головка С. І., Кришко Д. А., Бронів Д. Г.

При будівництві фундаментів висотних будівель виникає ряд особливостей, які необхідно врахувати при проектуванні. Вибір конструкції фундаментів залежить від фізико-механічних характеристик і характеру нашарування ґрунтів основи і навантажень, що передаються на них, форми і розмірів висотної будівлі, розмірів будівельного майданчика, наявності навколишніх будинків, тунелів і підземних комунікацій. Розрахунки фундаментів висотних будівель виконуються, як і для фундаментів звичайних будинків, за двома групами граничних станів відповідно до нормативів з урахуванням їх особливостей. Система «основа – фундамент» є областю системної взаємодії висотного споруди і ґрунтового масиву, умови якого визначаються складом інженерно-геологічних компонент і їх параметрів з урахуванням глибини закладення фундаменту, його конструктивних особливостей і величини силового навантаження, доданої в існуючу систему міської забудови.

Ключові слова: система «основа – фундамент», моделювання, фундаментна плита, нульовий цикл.

ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ФУНДАМЕНТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ

Тимченко Р. А., Головки С. И., Кришко Д. А., Бронев Д. Г.

При строительстве фундаментов высотных зданий возникает ряд особенностей, которые необходимо учитывать при проектировании. Выбор конструкции фундаментов зависит от физико-механических характеристик и характера напластования грунтов основания и нагрузок, передаваемых на них, формы и размеров высотного здания, размеров строительной площадки, наличия окружающих зданий, туннелей и подземных коммуникаций. Расчеты фундаментов высотных зданий выполняются, как и для фундаментов обычных домов, по двум группам предельных состояний в соответствии с нормативами с учетом их особенностей. Система «основание - фундамент» является областью системного взаимодействия высотного сооружения и грунтового массива, условия которого определяются составом инженерно-геологических компонент и их параметров с учетом глубины заложения фундамента, его конструктивных особенностей и величины силовой нагрузки, приложенной в существующую систему городской застройки.

Ключевые слова: система «основание – фундамент», моделирование, фундаментная плита, нулевой цикл.

DESIGNING OPTIMAL FOUNDATION STRUCTURES FOR HIGH-RISE BUILDINGS IN SPECIAL CONDITIONS

Timchenko R. O., Golovko S. I., Krishko D. A., Bronov D. G.

When constructing the foundations of high-rise buildings, a number of features arise that must be taken into account when designing. The choice of foundation design depends on the physical and mechanical characteristics and the nature of the bedding of the foundation soils and the loads transferred to them, the shape and size of the high-rise building, the size of the construction site, the presence of surrounding buildings, tunnels and underground utilities. Calculations of the foundations of high-rise buildings are carried out, as for the foundations of ordinary houses, for two groups of limit states in accordance with the standards, taking into account their characteristics. The “base - foundation” system is an area of systemic interaction between a high-rise structure and a soil massif, the conditions of which are determined by the composition of geotechnical components and their parameters, taking into account the depth of the foundation, its design features and the magnitude of the power load applied to the existing urban development system.

Keywords: system «base – foundation», modeling, foundation slab, zero cycle.

ДО ПИТАННЯ АПРОКСИМАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРАХУНКУ РІЗНИМИ МЕТОДАМИ

Соколенко К. В., Черних О. А., Соколенко В. М.

Освітній стандарт підготовки бакалавра з будівництва містить наступні компетентності «Здатність проектувати будівельні конструкції, будівлі, споруди». Вимогою успішного виконання освітньої програми спеціальності 192 БЦІ є набуття компетентностей - здатність проектувати будівельні конструкції, будівлі, споруди.

Протягом навчання заплановано цикл, що містить вивчення основ опору матеріалів та будівельної механіки; математики та математичного апарату складних розрахунків; будівельних конструкцій; автоматизованих методів розрахунку та проектування конструкцій, будівель та споруд.

З практичної точки зору важливо отримувати розрахункову модель, що з максимальною повнотою описує реальну роботу конструкцій або будівель. Одночасно розрахунок слід виконувати з адекватними витратами часу, тобто бути відносно швидким.

Використання різноманітних методів та способів розрахунку потребує апроксимації результатів, перевірки надійності та коректності розрахунку.

Натурний експеримент може бути доповнений порівнянням результатів розрахунку за різними методами, з використанням різних програмних комплексів.

Більшість сучасних промислових програмних комплексів реалізує метод скінчених елементів у переміщеннях та відносяться до високовартісного пропріетарного програмного забезпечення. Тим не менш, на сьогоднішньому етапі розвитку як обчислювальної техніки так і програмного забезпечення, сучасний інженер-проектувальник має умови для певної автоматизації власних розрахунків.

Розглянемо приклад такої автоматизації на прикладі розрахунку стержневої системи методом скінчених елементів за допомогою математичного пакету MathCAD з верифікацією результатів розрахунку в програмному комплексі «ЛІРА-САПР».

Конструкція у вигляді плоскої статично-невизначеної рами з розбиттям на скінченні елементи, нумерацією вузлів і переміщень у вузлах наведена на рис. 1. Наведена рама має 6 вузлів 5 стержнів, кількість переміщень, що підлягають визначенню, враховуючи, що переміщення по ступеням вільності 1, 2, 13, 14, 15 та 17 нульові, становить 12 невідомих. В розрахунку жорсткість елементів конструкції приймається рівною одиниці, тобто – $EA = EJ = 1$.

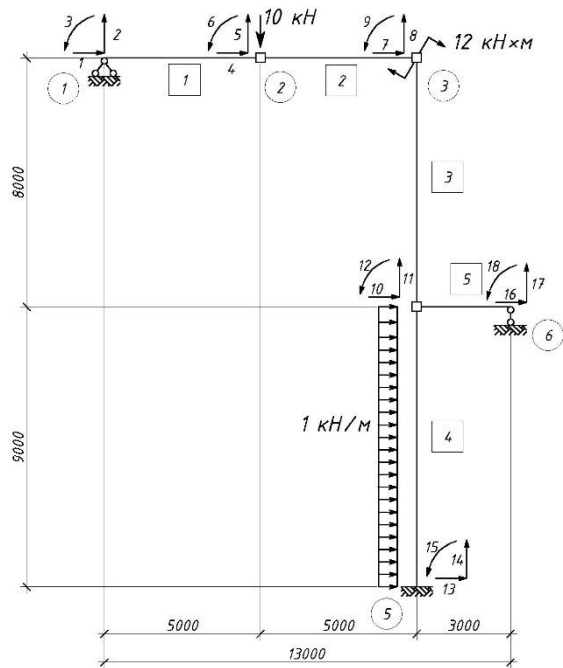


Рис. 1. Розрахункова схема з позначенням навантаження та нумерацією ступенів вільності вузлів

Розрахунок починається зі складання матриць топології, вузлів та індексів. У матриці топології для кожного стержня вказуються номери початкового та кінцевого вузла. У матриці вузлів, відповідно для кожного вузла вказуються його координати на площині. Матриця індексів дає співвідношення між локальними номерами переміщень вузлів кожного елемента і глобальними номерами скінче-но-елементної моделі. Для нашого прикладу матриця індексів набуває такого вигляду:

$$mi = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \\ 7 & 8 & 9 & 10 & 11 & 12 \\ 10 & 11 & 12 & 13 & 14 & 15 \\ 10 & 11 & 12 & 16 & 17 & 18 \end{bmatrix}. \quad (1)$$

На основі матриць топології та вузлів розраховуються координати X та Z для початкового та кінцевого вузла кожного елемента, на основі чого визначаються геометричні довжини елементів, та визначаються складові матриць перетворення координат, як для елемента, що має три ступені вільності у вузлі. Приймається матриця жорсткості для елемента, що працює на згин з розтягом-

стиком. Відповідна матриця жорсткості елемента у глобальній системі координат формується за виразом:

$$\bar{K} = C^T K C . \quad (2)$$

Для розміщення матриць жорсткості окремих елементів на полі матриці жорсткості конструкції застосовуються матриці алокації, які містять топологічну інформацію, що вказує адресу, за якою повинні бути розподілені елементи матриць жорсткості всіх СЕ. Матриця алокації *i*-го елемента - булева матриця, (тобто елементи матриці приймають тільки два значення: 0 або 1), якій задається топологічна інформація щодо ступенів вільності вузлів *i*-го СЕ на поле матриці жорсткості конструкції. Рядки матриці – це номери ступенів свободи вузлів СЕ в МСК, а стовпці - це номери ступенів свободи вузлів конструкції. На перетині відповідних номерів рядків і стовпців матриці алокації СЕ (конструкції) ставиться одиниця, а інші елементи матриці нульові.

В нашому випадку матриці алокації автоматизовано будуються за допомогою підпрограми яка приймає два параметри – матрицю індексів, та номер елемента:

```

C(arr,i) :=
  Ne ← cols(arr)
  Ns ← max(arr)
  CNe,Ns ← 0
  A ← (arrT)Ⓢ
  for j ∈ 1..Ne
    continue if [(arrT)Ⓢ]j = 0
    Cj,Aj ← 1
  return C

```

$$C(mi,3) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Рис. 2. Підпрограма для побудови матриць алокації та приклад її роботи для СЕ №3

Перед побудовою матриці жорсткості конструкції сформуємо вектор навантажень. У вузлі №2 діє зосереджене навантаження $P=10$ кН у напрямку протилежному додатному переміщенню u_5 , тому дане навантаження приймається із знаком мінус. У вузлі №3 діє зосереджений момент $M=12$ кН·м, у напрямку протилежному додатному переміщенню u_9 , це навантаження також приймається зі знаком мінус. На елемент №4 діє рівномірно-розподілене навантаження $q=5$ кН/м. Загальний вид вектора реактивних вузлових сил, з урахуванням того, що поздовжні зусилля в елементі від рівномірно-розподіленого навантаження відсутні має вигляд

$$S_F^T = \begin{bmatrix} 0 & -\frac{qL}{2} & -\frac{qL^2}{12} & 0 & -\frac{qL}{2} & \frac{qL^2}{12} \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Вектор активних вузлових сил:

$$F_A = -S_F \quad (4)$$

Далі вектор F_A розглядається як звичайне вузлове навантаження, яке враховується при формуванні вектора зовнішнього навантаження всієї конструкції.

Вектор реактивних сил S_F (вантажний) додається до отриманого після розрахунку вектора сил F і їх сума дає вектор остаточних сил F_{tot} в СЕ з позавузловим навантаженням:

$$F_{tot} = F + S_F. \quad (5)$$

Таким чином, для нашого прикладу вектор, що містить індекси ступенів вільності по яким прикладено вузлове навантаження:

$$f_i^T = [5 \quad 9 \quad 10 \quad 12 \quad 13 \quad 14]. \quad (6)$$

Та відповідний вектор навантажень:

$$F^T = [-10 \quad -12 \quad 4.5 \quad 6.75 \quad 4.5 \quad -6.75]. \quad (7)$$

Матриця жорсткості всієї конструкції будується за наступною функцією що приймає два параметри – матрицю індексів та кількість скінчених елементів:

$$KS(mi, ke) = \sum_{i=1}^{ke} [C(mi, i)^T \cdot \bar{K}(i) \cdot C(mi, i)]. \quad (8)$$

В системі лінійних рівнянь $K \cdot U = F$ необхідно врахувати граничні умови, а саме умови закріплення рами. Рама закріплена по степеням вільності 1, 2, 13, 14, 15 та 17, тобто переміщення по цим степеням вільності $u_i = 0$. Для вирішення системи рівнянь з матриці жорсткості конструкції та вектора сил, виключаємо стовпці та рядки з відповідними номерами, тобто залишаємо тільки ті стовпці та рядки, індекси яких є у векторі mr

$$mr^T = [3 \quad 4 \quad 5 \quad 6 \quad 7 \quad 8 \quad 9 \quad 10 \quad 11 \quad 12 \quad 16 \quad 18]. \quad (9)$$

Редукована матриця набуває вигляду:

$$KR = \begin{pmatrix} 0.8 & 0 & -0.24 & 0.4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.4 & 0 & 0 & -0.2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -0.24 & 0 & 0.192 & 0 & 0 & -0.096 & 0.24 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.4 & 0 & 0 & 1.6 & 0 & -0.24 & 0.4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -0.2 & 0 & 0 & 0.223 & 0 & 0.094 & -0.023 & 0 & 0.094 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -0.096 & -0.24 & 0 & 0.221 & -0.24 & 0 & -0.125 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.24 & 0.4 & 0.094 & -0.24 & 1.3 & -0.094 & 0 & 0.25 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -0.023 & 0 & -0.094 & 0.373 & 0 & -0.02 & -0.333 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.125 & 0 & 0 & 0.681 & 0.667 & 0 & 0.667 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.094 & 0 & 0.25 & -0.02 & 0.667 & 2.278 & 0 & 0.667 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.333 & 0 & 0 & 0.333 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.667 & 0.667 & 0 & 1.333 \end{pmatrix}$$

Рис. 3. Матриця жорсткості конструкції з урахуванням опорних закріплень

Та відповідний вектор сил:

$$FR^T = [0 \quad 0 \quad -10 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad -12 \quad 4.5 \quad 0 \quad 6.75 \quad 0 \quad 0] \quad (10)$$

Вирішення системи рівнянь в матричному вигляді – вектор вузлових переміщень у напрямку степенів вільності розрахункової моделі рами

$$U^T = KR^{-1} \cdot FR = [-55.21 \quad 4.929 \quad -191.975 \quad -4.766 \quad 9.858 \quad -87.846 \rightarrow \quad (11) \\ \rightarrow 21.565 \quad 173.619 \quad -40.13 \quad 8.86 \quad 173.619 \quad 15.635]$$

Для порівняння приводимо результати розрахунку переміщень вузлів виконаних у ПК «ЛІРА-САПР».

Таблиця 1

Переміщення вузлів з розрахунку ПК «ЛІРА-САПР»

№ вузла	Переміщення		
	X, мм	Y, мм	UY, рад*1000
1	0	0	55.194
2	4.928	-191.922	4.765
3	9.855	-87.822	-21.560
4	173.572	-40.119	-8.857
5	0	0	0
6	173.572	0	-15.631

Виходячи з отриманих переміщень, маємо можливість побудувати схему деформування рами:

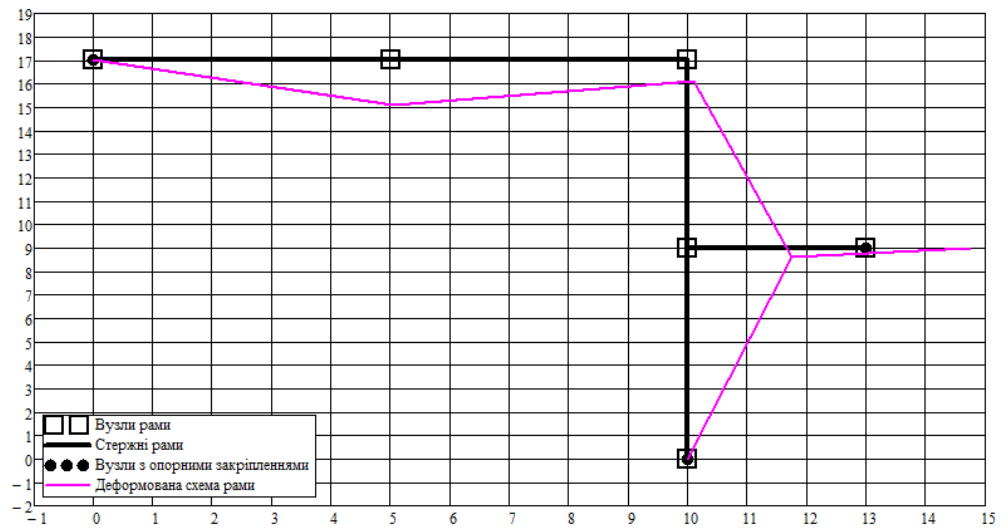


Рис. 4. Деформована схема рами, побудована у середовищі Mathcad

Для визначення внутрішніх силових факторів від діючих вузлових навантажень, послідовно виконуємо такі розрахунки:
обчислюємо вектори вузлових переміщень СК в ГСК:

$$Z_G(i) = C(mi, i) \cdot U ;, \quad (12)$$

обчислюємо вектори вузлових переміщень СК в МСК:

$$Z_L(i) = T(i) \cdot Z_G(i) , \quad (13)$$

обчислюємо вектори внутрішніх силових факторів СЕ:

$$R(i) = K(i) \cdot Z_L(i) . \quad (14)$$

Оскільки на СЕ №4 діє рівномірно-розподілене навантаження до $R(4)$ необхідно додати вектор S_F . Остаточоно маємо наступний результат у вигляді векторів вузлових сил, що діють на i -й СЕ:

$$R^T = \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} -0.986 \\ 4.035 \\ -0 \\ 0.986 \\ -4.035 \\ 20.177 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} -0.986 \\ -5.965 \\ -20.177 \\ 0.986 \\ 5.965 \\ -9.645 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 5.965 \\ -0.986 \\ -2.355 \\ -5.965 \\ 0.986 \\ -5.531 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 4.459 \\ -0.986 \\ 10.048 \\ -4.459 \\ -8.014 \\ 21.579 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 0 \\ -1.506 \\ -4.517 \\ 0 \\ 1.506 \\ 0 \end{pmatrix} \end{bmatrix}$$

Рис. 5. Вектор вузлових зусиль СЕ

За результатами розрахунку внутрішні сили N , M і Q в СЕ виражаються через вузлові сили S_i в початковому і кінцевому перетинах. Для їх визначення розглядають рівновагу лівої, а потім правої частини СЕ. Розглянемо на прикладі СЕ №4.

З рівнянь рівноваги для лівої та правої частин СЕ, знаходимо (рис. 6):

$$\begin{aligned} \sum F_x = 0 &\rightarrow N_n = -4.459; & N_k = -4.459 \\ \sum F_y = 0 &\rightarrow Q_n = -8.014; & Q_k = 0.986 \\ \sum M_s = 0 &\rightarrow M_n = -21.579; & M_k = 10.048 \end{aligned} \quad \text{рис. (15)}$$

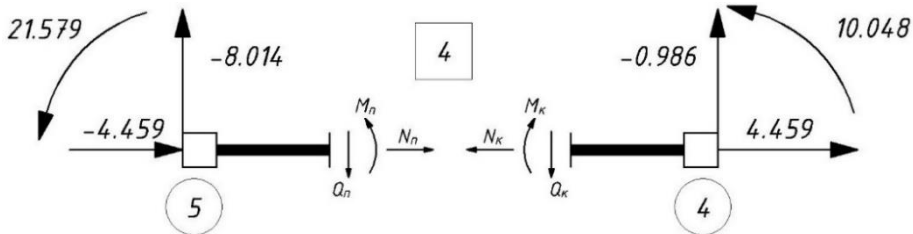


Рис. 6. Визначення внутрішніх силових факторів СЕ №4

Епюри внутрішніх силових факторів побудовані у ПК «ЛІРА-САІР». Як можемо бачити, результати розрахунків співпадають (рис. 7).

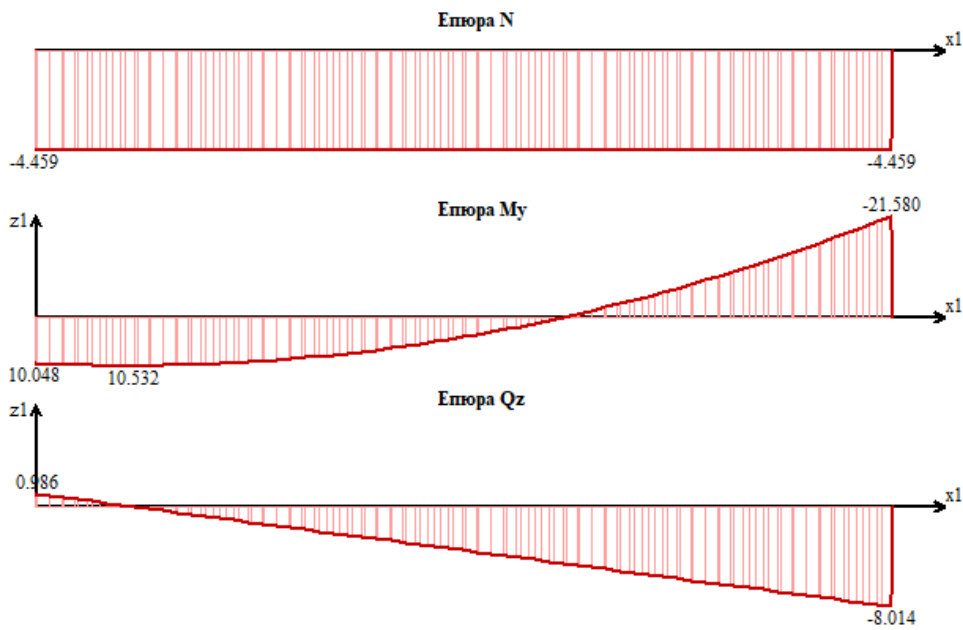


Рис. 7. Епюри внутрішніх силових факторів з розрахунку у ПК «ЛІРА-САІР»

Висновок. Придбані студентами навички з автоматизованих розрахунків на базі знань з математики, опору матеріалів та будівельної механіки забезпечують майбутніх фахівців зі спеціальності 192 БЦІ надійним інструментом при проектуванні будівельних конструкцій, будівель і споруд.

Література

1. Городецкий А.С., Барабаш М.С., Сидоров В.Н. Компьютерное моделирование в задачах строительной механики. – М.: Издательство АСВ, 2016. – 338 с.
2. Метод конечных элементов: Учеб. пособие для вузов / Под ред. П.М. Варвака. – К.: Вища школа. Головное изд-во, 1981. – 176 с.
3. Mathcad 15/Mathcad Prime 1.0. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 432 с.: ил.

ДО ПИТАННЯ АПРОКСИМАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРАХУНКУ РІЗНИМИ МЕТОДАМИ

Соколенко К. В., Черних О. А., Соколенко В. М.

Підготовка бакалавра з будівництва вимагає набуття компетентностей з розрахунку конструкцій, що спирається на цикл основ опору матеріалів та будівельної механіки; математики та математичного апарату складних розрахунків; будівельних конструкцій; автоматизованих методів розрахунку та проектування конструкцій.

Використання різноманітних методів та способів розрахунку потребує апроксимації результатів, перевірки надійності та коректності розрахунку. Розглянуто приклад розрахунку стержневої системи методом скінчених елементів за допомогою математичного пакету MathCAD з верифікацією результатів розрахунку в програмному комплексі «ЛІРА-САПР». Конструкція до перевірки прийнята у вигляді плоскої статично-невизначеної рами.

Ключові слова: метод скінчених елементів, ПК «ЛІРА-САПР», розрахункова модель.

К ВОПРОСУ АПРОКСИМАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

Соколенко К. В., Черных О. А., Соколенко В. М.

Подготовка бакалавра по строительству требует приобретения компетенций по расчету конструкций, опирающейся на цикл основ сопротивления материалов и строительной механики; математики и математического аппарата сложных расчетов; строительных конструкций; автоматизированных методов расчета и проектирования конструкций.

Использование различных методов и способов расчета требует аппроксимации результатов, проверки надежности и корректности расчета. Рассмотрен пример расчета стержневой системы методом конечных элементов с помощью математического пакета MathCAD с верификацией результатов расчета в программном комплексе «ЛИРА-САПР». Конструкция к проверке принята в виде плоской статически неопределенной рамы.

Ключевые слова: метод конечных элементов, ПК «ЛИРА-САПР», расчетная модель.

TO THE PROBLEM OF APPROXIMATION CALCULATION OF RESULTS BY VARIOUS METHODS

Sokolenko K., Chernykh O., Sokolenko V.

The preparation of a bachelor in construction requires the acquisition of competence in the calculation of structures, based on the cycle of the basics of strength of materials and structural mechanics; mathematics and mathematical apparatus for complex calculations; building structures; automated methods of calculation and design of structures.

The use of various methods and methods of calculation requires approximation of the results, verification of the reliability and correctness of the calculation. An example of calculating a rod system by the finite element method using the mathematical package Mathcad with verification of the calculation results in the software package «LIRA-SAPR» is considered. The design for verification is adopted in the form of a flat, statically indefinite frame.

Keywords: finite element method, «LIRA-SAPR», computational model.

ДО ПИТАННЯ ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ РЕКОНСТРУКЦІЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ

Соколенко В. М., Соколенко К. В., Філатєв М. В.

Основними містобудівними завданнями є: функціонально-планувальна організація території з урахуванням санітарно-гігієнічних вимог, організація пішохідних просторів вулиць, площ і т.п., охорона і використання архітектурної та культурної спадщини.

У цьому аспекті слід врахувати механізм перегляду та коригування планів регулювання з максимальним підвищенням щільності житлових утворень при дотриманні загальних правил зручності та доступності.

Важлива роль при цьому відводиться реконструкції житлових мікрорайонів з урахуванням дозволених типів забудови і щільності, яка вимірюється кількістю квартир на одиницю території. На сучасному етапі ефективною вважається така реконструкція, в результаті якої стара забудова пристосовується до нових умов експлуатації.

При розробці планів реконструкції важливо точно визначити, яке використання бажано, допустимо чи можливо за певних умов функціонування житлової зони з урахуванням її зовнішнього вигляду.

Аналіз зарубіжних і вітчизняних досліджень показав, що питанням реконструкції території останнім часом приділяється значна увага. Комплексна реконструкція забудови є містобудівним заходом, спрямованим на вдосконалення архітектурно-планувальних, функціональних і естетичних рішень забудови за умови ефективності використання міських територій. У зв'язку з низьким рівнем розвитку будівельної бази планування багатьох мікрорайонів здійснювалася часто на шкоду архітектурно-планувальним і композиційним питань. Комплексна реконструкція покликана ліквідувати всі ці недоліки. Економічною оцінкою містобудівних рішень в області реконструкції приділяється велика увага в науководослідних інститутах містобудівного профілю. Проведені теоретичні дослідження з цього питання представлені в роботах [2-10], в той же час пошук шляхів найбільш раціонального використання міських територій і житлового фонду висуває нові завдання в залежності від стану житлового фонду.

Задача полягає в аналізі показників комплексної оцінки реконструкції міської забудови з точки зору їх пріоритетності.

Орієнтація на конкретні цільові завдання повинна знайти відображення в структурі і складі показників комплексної оцінки забудови. При цьому слід враховувати регульовані параметри забудови, до складу яких входять:

- архітектурні параметри забудови;
- будівельні параметри будівлі як результат функціонального зонування;
- щільність і співвідношення житлової і громадської забудови;

- пішохідна доступність школи, закладів торгівлі та культурно-побутового обслуговування;
- пішохідна доступність школи, закладів торгівлі та культурно-побутового обслуговування;
- щільність зелених насаджень;
- наявність громадського транспорту;
- дозволене використання ділянки;
- межі забудови і природоохоронних територій та режимів;
- обмеження у використанні елементів міського ландшафту;
- уривчастість забудови і безперервності природних територій;
- дозволене використання (за ступенем забрудненості ґрунту, повітря, і т.п.);
- орієнтація і інсоляція приміщень;
- поверховість і висота будівель;
- відстані між корпусами;
- глибина підземної частини будівлі;
- співвідношення площі дорожнього покриття і забудови;
- відсоток озеленення території;
- будівельні параметри будівель виходячи з призначення прибудинкової території та оточуючих пішохідних просторів (вид з вікон, маршрути пішоходів і велосипедні маршрути);
- розміри, межі, орієнтація пішохідних просторів: дворів, вулиць, скверів, алей, площ тощо;
- будівельні параметри будівлі як елемент правового зонування і регламенту можливих змін меж ділянок;
- обмеження у використанні сусідніх ділянок території;
- будівельні параметри будівлі як предмета охорони;
- вартість основних фондів з урахуванням технічного зносу.

Всі ці параметри можна розбити на три види: фізичні, відносні і організаційні (табл. 1).

Т а б л и ц я 1

Нормативні показники за оцінкою реконструктивних заходів житлової забудови

Найменування	Параметри забудови
Фізичні показники	Межі зон і розміри ділянок, гранична поверховість забудови і висота споруд «Блакитна лінія», відстань між будівлями, орієнтація будівель і відкритих просторів, відстань від будівлі до «червоної» лінії забудови і т.п.
Відносні показники	Співвідношення забудованої і незабудованої території, співвідношення житлової і громадської функцій, зв'язаність, забезпеченість установами соціально-побутової сфери, щільність забудови, щільність населення, щільність вартості основних фондів, середня поверховість, щільність зелених насаджень, інсоляційний режим і т.п.
Організаційні вимоги	Дозволені види будівництва та використання території, обмеження на використання території, необхідність отримання додаткових погоджень, пайова участь у розвитку інфраструктури, історична цінність, і т.п.

Аналіз показників дозволяє зробити наступні висновки:

1. Фізичні показники дозволяють визначити напрямки реконструкції, вони є відправною точкою в призначенні заходів щодо подальшого проведення робіт;

2. Відносні показники можна розділити на дві групи - основні та другорядні. До основних відносяться: щільність забудови, щільність населення, інсоляційний режим. Ці показники повинні наближатися до нормативних, в іншому випадку реконструкцію проводити недопустимо (в основному це стосується будівництва нового житла, ущільнення забудови). Так, наприклад, при скороченні відстані між паралельними будівлями або надбудові додатково одного - двох поверхів в будинках може привести до зменшення тривалість інсоляції. Це неприпустимо для житлових районів. У той же час, в адміністративних районах цей показник не є основним. Отже, при оцінці різних варіантів реконструкції в першу чергу необхідно порівняння цих показників. Другорядні показники в основному не мають фіксованого значення і можуть бути використані для порівняння освоєння різних видів територій з метою визначення найбільш ефективного методу її освоєння. Так, показник співвідношення житлової і громадської функцій може вплинути на комфортність проживання, якщо в мікрорайоні буде розміщуватися підприємство зі шкідливим виробництвом, що останнім часом по санітарним нормам неприпустимо. Наявність адміністративних організацій не спричинить погіршення умов проживання мешканців. Показник щільності вартості основних фондів не має зафіксованого чисельного значення, враховуючи різні технічний знос будинків, в кожному окремому випадку він має своє значення. Цей показник можна використовувати тільки з метою визначення найбільш ефективного методу її освоєння. Показник середньої поверховості забудови пов'язаний з показником інсоляційного режиму, тільки в умовах реконструкції історичної забудови він має пріоритетне значення. Причому це значення не нормується, а рекомендується з урахуванням виду забудови.

3. Організаційні показники (вимоги) в основному накладають обмеження на той чи інший варіант реконструкції. В окремих випадках їх можна не враховувати (дозволені види будівництва та використання території), в цьому випадку необхідна розробка заходів щодо освоєння території (зниження, підвищення рівня ґрунтових вод, засипка ярів і т.д.), що не завжди виправдано і вимагає додаткового інвестування, в інших випадках (історична цінність) вони накладають обмеження на реконструкцію.

4. Отже, однозначно не можна виділити основні і другорядні показники реконструкції. Тільки облік регламенту сформованої забудови дозволить більш точно згрупувати ці показники.

Подальші дослідження будуть спрямовані за оцінкою можливості використання мікрорайонів з точки зору реконструкції. При цьому для кожної групи мікрорайонів буде виділено основні та другорядні показники з урахуванням їх нормативних значень.

Література

1. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій». – К., 2019.

2. Градостроительное моделирование: концепции, проблемы, результаты : Сборник научных трудов / Всесоюзный научно-исследовательский институт теории архитектуры и градостроительства (Ленинград) ; ред. : О. З. Каганова. - Ленинград : ВНИИТАГ, 1991. - 68 с.
3. Гутнов А. Город в теории систем / Города и люди: избранные труды. – М.: МП «Ладья», 1993.
4. Комплексная реконструкция городской застройки / Н.В.Сытниченко. - Донецк: Норд-Пресс, 2004.
5. Крайняя Н.П. Градостроительные тенденции развития типологии жилой застройки / МГЦНТИ (обзор, инф.). – М., 1990. – Вып. 6.
6. Конторович И.Я., Ривкин А.Б. Рациональное использование территорий городов. – М. 1986.
7. Крашенинников Л.В. Жилые кварталы : учеб. пособие для архит. и строит. спец. вузов / Под общ. ред. Н.Н. Миловидова, Б.Я. Орловского, А.Н. Белкина. — М.: Высшая школа, 1988.
8. Основы теории градостроительства / З.Н. Яргана, Я.В. Косицкий, В.В. Владимиров, А. Э. Гутнов, Е.М. Микулина, В.А. Сосновский. – М.: Стройиздат, 1986.
9. Портной В.А. Рациональное использование территорий в районах реконструкции. – Стройиздат, Красноярское отд., 1990.
10. Смоляр И.М. Принципы градостроительного проектирования и предложения по разработке планов городов в новых социально-экономических условиях. - М., 1995.

ДО ПИТАННЯ ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ РЕКОНСТРУКЦІЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ

Соколенко В. М., Соколенко К. В., Філатьєв М. В.

Приведений аналіз методів оцінки показників реконструкції забудови, що склалася, на прикладі житлової зони. Розглядаються фізичні, відносні і організаційні параметри і дається їх оцінка з погляду пріоритетності використання.

Ключові слова: реконструкція міської забудови, житловий мікрорайон, параметри забудови, показники реконструкції.

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Соколенко В. М., Соколенко К. В., Филатьев М. В.

Приведен анализ применяющихся в отечественной практике методов оценки показателей реконструкции сложившейся застройки на примере жилой зоны. Рассматриваются физические, относительные и организационные параметры и дается их оценка с точки зрения приоритетности использования.

Ключевые слова: реконструкция городской застройки, жилой микрорайон, параметры застройки, показатели реконструкции.

ON THE QUESTION OF EVALUATION OF INDICATORS OF RECONSTRUCTION OF URBAN DEVELOPMENT

Sokolenko V., Sokolenko K., Filatiev M.

The analysis of the methods of estimation of indexes of reconstruction of the folded building used in domestic practice is resulted on the example of dwelling area. Physical, relative and organizational parameters are examined and their estimation is given from point of priority of the use.

Keywords: reconstruction of urban development, residential district, development parameters, reconstruction indicators.

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ ТВЕРДЕНИЯ ГИПСОВЫХ КОМПОЗИТОВ С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ

Керш В. Я., Колесников А. В.

Одной из тенденций современного строительного материаловедения является получение строительных композиционных материалов, имеющих эксплуатационные характеристики в оптимальном для целевого использования сочетании. Часть требований, предъявляемых к свойствам материала, имеет противоречивый характер – факторы, ведущие к повышению прочности, ведут к ухудшению теплоизоляционных свойств. Реализация набора требований сложного характера возможна при оптимальном проектировании состава матричного материала, заполнителей, добавок. Такие требования, в частности, возникают при проектировании материалов для основания полов. Для таких материалов необходимо обеспечить достаточный уровень прочностных и адгезионных характеристик, низкую теплопроводность и звукопроницаемость при удовлетворительной водостойкости. Опыт работы в области материаловедения и литературные данные [1] свидетельствуют о перспективности использования сочетания водостойкого и прочного матричного материала на основе гипса с крупными частицами заполнителя с различным функциональным назначением, например, низкой теплопроводностью.

Использование таких материалов ставит перед материаловедческой наукой новые задачи, решение которых оказывается полезным также и в других областях. Одной из них является мониторинг процессов твердения композиций с крупным заполнителем. Для материалов, предназначенных для использования в качестве оснований под полы, мониторинг процессов схватывания имеет особое значение – состав должен равномерно распределяться по поверхности под действием силы тяжести, его укладка должна осуществляться в период достаточно высокой пластичности (материал должен схватываться достаточно медленно). Таким образом, процессы структурообразования рассматриваемого материала необходимо строго контролировать как в лабораторной практике проектирования, так и при непосредственном использовании. Классические, нормативные методы контроля схватывания и, в частности, определение сроков схватывания, осуществляются пенетрационным методом Вика. Однако, структурные неоднородности композиционного вяжущего теста с частицами заполнителя в рассматриваемом случае делают применение рассматриваемой пенетрационной методики невозможным. В подобных случаях ограничиваются контролем схватывания матричного материала и переносят полученные результаты на композиционный материал, что представляется слишком грубым приближенным методом. Альтернативные методы основаны на измерении физических свойств композиционного вяжущего теста и последующей их калибровке (подборе соответствия

шкал) к эксплуатационным характеристикам, таким, как вязкость и пластическая прочность в рассматриваемом случае.

Период структурообразования можно условно разделить на несколько стадий, характеризующихся преобладанием процессов образования зародышей новой фазы, роста кристаллов, образования пространственного каркаса, его частичного разрушения и дальнейшего упрочнения. В течение этих стадий структура композиционной смеси изменяется характерным образом. Эти изменения отражаются на ряде физических характеристик вяжущего теста. В частности, изменяется характер экзотермических процессов, электрические характеристики вяжущего теста (удельное сопротивление), пластическая прочность, скорость распространения ультразвуковых импульсов. В принципе, все приведенные характеристики могут использоваться для мониторинга процесса структурообразования, определения характерной стадии, сроков схватывания, особенно важных в технологическом отношении. Однако, некоторые из перечисленных характеристик являются наиболее удобными для контроля процесса твердения композитного теста как при проектировании оптимальных составов рассматриваемого типа, так и при практическом использовании материала. Это, прежде всего, электрические свойства, пластическая прочность и скорость распространения импульсов ультразвука. Эти характеристики наиболее чувствительны к структурным изменениям в схватываемом вяжущем тесте. Граничные моменты переходов между стадиями структурообразования определяют так называемые сроки начала и конца схватывания. Следует отметить, что эти понятия сочетают в себе элементы условной договоренности (метод Вика) и реальное физическое содержание. Так, модельные представления о твердеющем вяжущем как о перколяционной системе позволяет интерпретировать начало схватывания как формирование перколяционного (охватывающего) кластера связей, за счет образования между кристаллами новой фазы коагуляционных и точечных контактов; конец схватывания соответствует формированию охватывающего кластера, сформированного фазовыми контактами. В начальный момент формирования первичного кластера физические свойства скачкообразно изменяются. В частности, пластическая прочность и скорость прохождения ультразвука возрастают – звуковые волны свободно проходит по кластеру, соединяющему частицы композита. Приведенная интерпретация сроков схватывания – теоретическое обоснование использования измерения скорости прохождения ультразвуковых импульсов для контроля структурообразования композиционных материалов с высокой степенью заполнения частицами различного функционального назначения, например, теплозвукоизолирующими.

В качестве модельной системы для отработки предлагаемых методик использовался строительный гипс Г-5. Применялась измерительная установка стандартного вида, состоящая из прибора для ультразвукового контроля УК-10ПМС, передающего и приемного пьезоэлектрических преобразователей, кюветы длиной $l = 40$ мм. Скорость ультразвука рассчитывалась по формуле $V = l/t$, где l – длина контейнера, t – время прохождения ультразвуковых им-

пульсов, отражающаяся на шкале прибора. Скорость ультразвука (рис. 1) резко возрастает при формировании охватывающего кластера коагуляционных и точечных контактов между зернами вяжущего, что совпадает с временем первого срабатывания измерительного прибора [2] (отождествляется с началом схватывания материала – 5 мин в рассматриваемом случае).

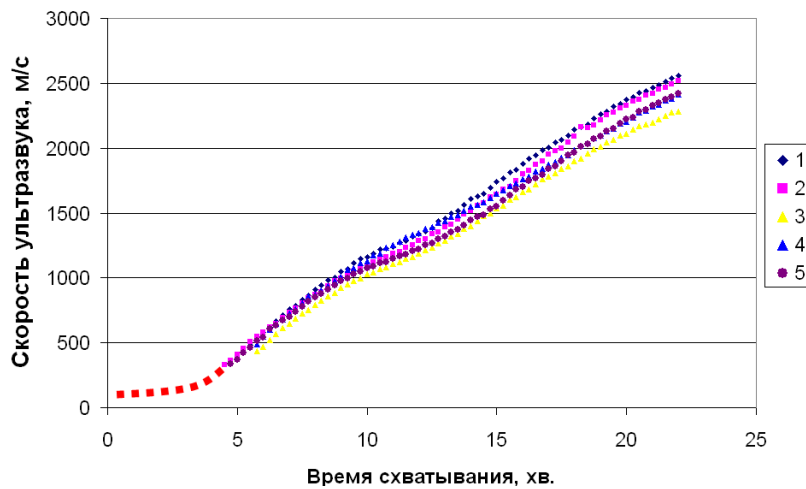


Рис. 1. Изменение скорости ультразвуковых импульсов в процессе схватывания для четырех образцов. Предполагаемая зависимость скорости ультразвука в начале измерений отмечена пунктиром

Следует отметить, что последующие изменения скорости распространения ультразвуковых импульсов свидетельствуют о нескольких структурных перестройках в вяжущем тесте. Наиболее существенная из них, обнаруживаемая, в частности, методом касательных (рис. 2), соответствует концу схватывания.

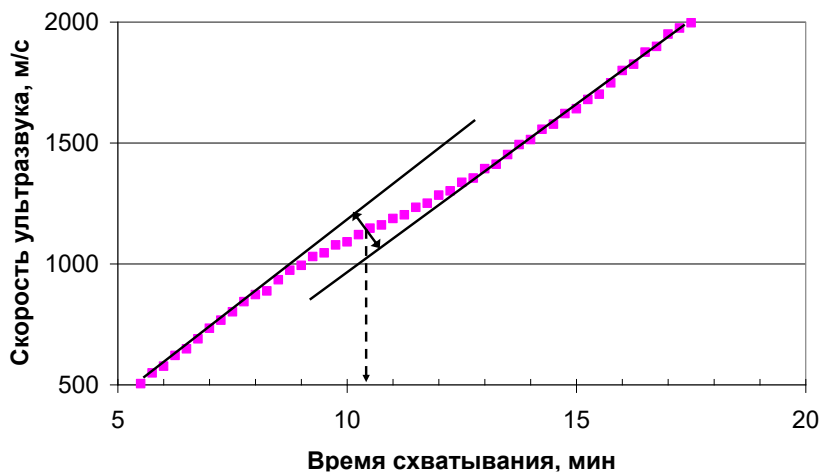


Рис. 2. Реализация геометрического метода определения времени конца схватывания

Метод касательных основывается на геометрическом способе выявления сглаженного скачка на графике скорости ультразвука. Участки графика до и после величины конца схватывания имеют приближенно прямолинейный характер. Для этих участков строят линейную аппроксимацию либо касательную. Далее находится точка графика, равноудаленная от построенных прямых. Ее абсцисса принимается за срок конца схватывания. Рис. 2 иллюстрирует определение срока конца схватывания (в данном случае ~10 мин).

Следует отметить, что определенные рассматриваемым способом сроки схватывания близки к результатам, полученным с помощью стандартного метода Вика (4,5 и 11 мин соответственно), а также с помощью измерения пластической прочности. Это позволяет рекомендовать описанный метод для контроля схватывания материалов на основе гипса, содержащих крупные частицы. Он может быть полезен и для композитов на основе цемента (например, керамзитобетона, арболита, полистиролбетона).

Литература

1. Керш В.Я, Фощ А.В. «Спосіб ультразвукового контролю процесу структуроутворення бетонної суміші», Патент України № 74166, МПК (2012).
2. Kersh V. Ultrasonic Control of the Formation of Gypsum Binders /V. Kersh, A. Kolesnikov, N. Xlytsov and A. Foshch // Actual Problems of Engineering Mechanics 6th International Conference «Actual Problems of Engineering Mechanics» (APEM 2019) – Trans Tech Publications Ltd, Switzerland, 2019. – Vol. 968. – pp. 122-127

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ ТВЕРДЕНИЯ ГИПСОВЫХ КОМПОЗИТОВ С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ

Керш В. Я., Колесников А. В.

Одним из направлений развития строительного материаловедения является создание композиционных материалов с крупными частицами заполнителя. Структурно-механические пенетрационные методы мониторинга процесса структурообразования для таких материалов использовать невозможно. Для материалов рассматриваемой структуры предлагается использовать ультразвуковой метод определения сроков начала и конца схватывания, важных в практике их применения. Начало схватывания определяется по первому срабатыванию стандартного ультразвукового прибора контроля структуры материала. Конец схватывания диагностируется по геометрическим свойствам графика скорости ультразвука методом касательных. Определяемые предложенным методом сроки схватывания близки к результатам нормативных измерений.

Ключевые слова: гипсовые композиты, контроль схватывания, ультразвуковой метод.

УЛЬТРАЗВУКОВИЙ КОНТРОЛЬ ТВЕРДІННЯ ГІПСОВИХ КОМПОЗИТІВ С ФУНКЦІОНАЛЬНИМ НАПОВНЮВАЧЕМ

Керш В. Я., Колесников А. В.

Одним з напрямків розвитку будівельного матеріалознавства є створення композиційних матеріалів з великими частками наповнювача. Структурно-механічні пенетраційні методи моніторингу процесу структуроутворення для таких матеріалів використовувати неможливо. Для матеріалів даної структури пропонується використовувати ультразвуковий метод визначення термінів початку і кінця тужавлення, важливих в практиці їх застосування. Початок тужавлення визначається за першим спрацьовуванням стандартного ультразвукового приладу контролю структури матеріалу. Кінець тужавлення діагностується за геометричними властивостями графіка швидкості ультразвуку методом дотичних. Обумовлені запропонованим методом терміни тужавлення близькі до результатів нормативних вимірів.

Ключові слова: гіпсові композити, контроль тужавлення, ультразвуковий метод.

ULTRASONIC CONTROL OF HARDENING OF GYPSUM COMPOSITES WITH A FUNCTIONAL FILLER

Kersh V. Ya., Kolesnikov A. V.

One of the directions of development of building materials science is the creation of composite materials with large filler particles. Structural-mechanical penetration methods for monitoring the process of structure formation for such materials cannot be used. For the materials of the structure under consideration, it is proposed to use the ultrasonic method for determining the timing of the beginning and end of setting, which are important in the practice of their application. The beginning of setting is determined by the first actuation of a standard ultrasonic device for monitoring the material structure. The end of setting is diagnosed by the geometric properties of the ultrasound velocity graph using the tangent method. The setting times determined by the proposed method are close to the results of standard measurements.

Key words: gypsum composites, setting control, ultrasonic method.

РОЗДІЛ II.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ТА КОМП'ЮТЕРНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ

УДК 378

ПРОФЕСІЙНИЙ КОНКУРС В УМОВАХ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ФАХОВОСТІ МАЙБУТНІХ АРХІТЕКТОРІВ

Вещев В. Є.

Архітектурна освіта на сучасному етапі динамічного розвитку інноваційних технологій в процесі проектування та будівництва вимагає постійного розробки нових та вдосконалення існуючих освітніх програм. Підвищену відповідальність вищих навчальних закладів (ВНЗ) за результати своєї діяльності, постійно нагадують все нові та нові вимоги, що приписані в Стандартах вищої освіти [1] та ліцензійних умовах, які увійшли до закону України «Про вищу освіту» [2]. На жаль, специфічні особливості саме архітектурного навчання, де фахові навички архітектора, як головного проектувальника середовища значно поступаються вимогам, що до його наукової підготовки, ще й досі спонукають багатьох випускників орієнтуватись саме на дослідницьку, а не проектну діяльність. Реальна невідповідність співвідношення «архітекторів - науковців» до «архітекторів - проектувальників» що постійно стимулюється наявними рішеннями МОНУ, створюють ілюзійну уяву цілком задовільного стану фахового поповнення проектних установ України.

В дослідженнях застосовано парадигму системного підходу, згідно якому навчальний процес та підготовка фахівців-архітекторів в вищих навчальних закладах розглянуто як відкрита динамічна система, з великим числом елементів, з безліччю прямих і зворотних, маючих нелінійний характер зв'язків. Використані наукові положення з досліджень та влучні вислови фахівців архітектурної освіти О. Кашенко [3] О. Буряка, Н. Антоненко, знавців з організації конкурсів А. Павленко, С. Юнакова, О. Попова, практикуючих архітекторів О. Образцова та інших [4]. Особливо цікавим можна вважати досвід фахівців з організації національних професійних студентських конкурсів «STEEL-FREEDOM» [5] що вже декілька років використовується в практиці тематичного науково-практичного гуртка кафедри ІТДАС ХНУБА.

Питання некоректних, трактувань окремих положень «Ліцензійних вимог» вже були надані автором за матеріалами міжнародних наукових конференцій, що проходили в м. Харків 2019 [6] та в м. Сєверодонецьку [7].

Останні роки, відповідальність ректоратів та адміністрації вищих навчальних закладів значно зросла, та вимушує постійно переглядати кадровий склад

науково-педагогічного працівників (НПП), до відповідності ліцензійним умовам. Процес цілком зрозумілий. Водночас, як що інтегрований підхід до багатьох вищих навчальних закладів, що відносяться до «технічних» галузей, можна вважати повністю доцільним, то для ВНЗ, де існують архітектурні факультети (спеціальність 191), таке «узагальнення» не можна вважати досконалим. Пояснень до цього ствердження досить багато, серед яких найбільш аргументованим є наявність на архітектурних факультетах спеціалізованих кафедр образотворчого та декоративного мистецтва, що цілковито підпадають до галузі знань 02 (мистецтво).

За висловами відомого знавця проблем сучасної архітектурної освіти проф. КНУБА, Кащенко В.О., «...проектувальник перетворюється в зодчого, в творчу особистість... Окрім того, що архітектор володіє базовими знаннями, він повинен бути філософом, істориком, художником...» [5]. І це в котрий раз підтверджує вагомість творчої, професійної складової архітектурної освіти.

Аналізуючи чинники, що об'єктивно не сприяють підвищення фаховості та професійних навичок в процесі навчання, (бо зараз достатньо не стимулюють викладачів - практиків до поліпшення саме творчих здобутків своїх студентів), це те, що ці творчі здобутки у професійних змаганнях, ні як не враховуються при оцінці їх професійної активності.

Враховуючи надане зауваження, можна стверджувати, що не тільки наукові, але й професійні здобутки майбутніх архітекторів мають бути враховані як ті, що заслуговують уваги при стимулюванні педагогів-практиків до підвищення своєї професійної активності.

Звертаючись до факторів, що мають поліпшити фаховість майбутніх архітекторів, не можна оминати таку важливу тему, що саме стала темою дослідження, як професійні конкурси. За даними загальноприйнятої класифікації архітектурні конкурсні змагання поділяються на три основні категорії: 1) відкрите або закрите змагання (конкурс) міжнародного або регіонального значення, де до участі запрошуються або всі бажаючі, або окреслена організаторами категорія виконавців, 2) проектне, або ескізне змагання, де виконавці мають надати лише концептуальні ідеї, 3) студентські конкурси проектувальників між групами різних навчальних закладів.

Якщо проаналізувати ефективність, що до залучення студентської молоді до конкурсного проектування, то в 3-й категорії конкурсних змагань, (про що вже було надано вище), за даними дослідження варто відокремити декілька підкатегорій. Вони помітно відрізняються між собою за тематикою, що окреслюють організатори конкурсу, за рівнем вимог до учасників, завдань, та мотивації до участі. До того ж, досвід участі студентів ХНУБА (каф. ІТДАС 2010-2020 рр.) в конкурсних змаганнях, на практиці довів, що можна виявити 7-8 основних напрямків змагань, де студентська молодь має довести свій професійний рівень:

1. Національний або регіональний відкритий архітектурний конкурс за ініціативою місцевих органів самоврядування та за підтримкою регіональних відділень НСАУ або НСДУ.

2. Національний професійний конкурс для студентів за ініціативою національних асоціацій або центрів будівництва, за підтримкою провідних будівельних компаній, дистриб'юторів, постачальників та виробників комплектуючих, тощо.

3. Регіональний професійний конкурс для студентів та молодих архітекторів з будівництва або благоустрою, за ініціативою регіональних громадських спілок, об'єднань та організацій та за підтримкою комерційних фірм і об'єднань.

4. Традиційний національний огляд - конкурс дипломних проектів для випускників архітектурних та художніх спеціальностей закладів вищої освіти України (з міжнародною участю), що організується адміністрацією провідних архітектурних і мистецьких факультетів вищих навчальних закладів, за підтримкою Національної спілки архітекторів України, Української Академії архітектури. (Нажаль, на даний час конкурс проходить по за уваги МОНУ).

5. Професійний бліц-конкурс (startup) на кращу концептуальну ідею архітектурно-дизайнерського рішення забудови або благоустрою міського середовища, що найчастіше проходить під час або напередодні традиційного огляду конкурсу або міжнародних (національних) наукових конференцій (див п.4).

6. Професійний (відомчий) конкурс на краще архітектурно-дизайнерське проектне рішення за тематикою господарчо-договірних робіт кафедр архітектурних факультетів вищих навчальних закладів за ініціативою керівництв факультету або окремих кафедр.

7. Конкурси громадських ініціатив або креативних ідей під патронатом місцевих та регіональними органів самоврядування.

8. Міжнародні архітектурні конкурси для студентів та творчої молоді.

За висловами знавця конкурсної справи Сергія Юнакова, що багато років бере участь в організації професійних змагань «STEEL-FREEDOM», всіляко залучаючи творчу молодь до якомога ширшого застосування металевих конструкцій, «...амбітному студенту важливо, щоб його не тільки оцінив викладач, а й практикуючий архітектор...» [7]. І ці слова в котрий раз підкреслюють важливість професійного поєднання навчального процесу з практикою, саме котру і дає участь в фахових змаганнях. До того ж, саме без амбітності, та наявності «...здорового творчого авантюризму, притаманному молоді... неможливо уявити майбутнього проектувальника, митця, зодчого».

Декілька висловів про мотивацію студентів до участі в конкурсах.

Сучасний студент, за переважною більшістю, суттєво відрізняється від молоді, що отримувала вищу освіту 40–50 років тому. Лише заклики, до участі у «соціалістичному змаганні» на «почесне право» бути кращим, зараз вже не спрацьовують. Тут, аби залучити майбутнього бакалавра або магістра, до участі в конкурсі, визначальне значення має бажання саме його педагогічного керівника, (тобто мотивація куратора) надати прагматичні аргументи, що мають довести студентові доцільність цієї участі. На даний час, окрім заохочень, що обіцяють організатори конкурсів, найбільш ефективними можна визнати наступні:

1. Зарахування конкурсного проекту (за будь який результат), як поточну курсову роботу.

2. Зарахування вдалого конкурсного проекту що має комплексні архітектурно-дизайнерські складові, як суцільну курсову роботу за підсумками семестру.

3. Нарахування додаткових рейтингових балів, за участь (або перемогу) на будь –яких етапах конкурсних перегонів.

4. Можливість під час виконання конкурсного завдання працювати колективом тимчасової творчої групи (2–4 студенти), що має підвищити шанс на перемогу на будь-кому етапі.

5. Моральна підтримка учасників та переможців етапів конкурсу Подяками керівництва факультету та ВНЗ, організація виставок кращих робіт в приміщеннях ВНЗ тощо.

Протягом досліджень за даною темою були виявленні головні чинники підвищення професійної майстерності майбутніх архітекторів в умовах конкурсного проектування а також окреслення відмінностей звичайного курсового проектування від проектування під час участі в професійних конкурсах студентів-архітекторів:

- поліпшення ефективності розробки проектних пропозицій на реальному підґрунті під час конкурсного проектування;
- наявність особливого ставлення до містобудівного обґрунтування на стадії проектного аналізу з урахуванням реальних обмежень;
- підвищення професійної відповідальності під час розробки проекту;
- вміння ефективно планувати робочий час що до своєчасної подачі роботи на розгляд конкурсного журі;
- впливання факторів амбітності, самоствердження та професійної спроможності в спілкуванні під час роботи над конкурсним завданням;
- вміння працювати в команді тимчасової творчої групи (ТТГ), що підвищує ефективність отримання кінцевого результату;
- критичне ставлення до етапів розробки власних проектних пропозицій, за висновками незалежних оцінювачів (а не лише власного керівника) та оперативного реагування в роботі над помилками;
- поглиблення навичок просторового 3-D моделювання та комплексного застосування графічних комп'ютерних програм від найпростіших до найсучасніших, Вдосконалення професійних вмінь до найбільш виразної графічної подачі виконаного проекту;
- підвищення конкурентоспроможності випускників архітектурних факультетів вищих навчальних закладів України, що досліджено за даними вибіркового опитування колишніх студентів;
- зростання власної самооцінки та впевненості за позитивними результатами конкурсних змагань;
- бажання продовжувати навчання в магістратурі, аспірантурі, провідних національних проектно-будівельних установах та закордоном.

А також, що не менш важливо, як що фахові здобутки студентів у професійних конкурсах будуть зараховані при оцінюванні професійних здобутків куратора, як і здобутки у наукових олімпіадах або спортивних змаганнях, то це має підвищити мотивацію і науково-викладацького складу ВНЗ, (кураторів конкурсних розробок) до поглибленої підготовки фахівців, що суттєво має вплинути на результати фахового навчання.

Висновки:

1) Виявлено:

- не відповідність існуючих реалій в оцінюванні професійної активності науково-педагогічних працівників за спеціальністю 191 (архітектура) що фактично має значну творчу складову в існуючих «Ліцензійних умовах» [2], де в пп. 14 зовсім не враховуються переможні здобутки у *професійних* конкурсах.

- нестане врахування специфіки архітектурної професії, як симбіозу технічних і мистецьких знань та вмінь, коли викладачам кафедр образотворчого мистецтва не зараховуються їх творчі здобутки, як позитивний показник професійної активності.

2) Встановлені головні чинники, що мають поліпшити професійну майстерність майбутніх архітекторів під час навчання та до спонукання викладацького складу до більш активного залучення студентів саме до професійної складової в навчальному процесі саме під час розробки конкурсного проекту.

3) Доведена доцільність та ефективність сумісництва роботи над конкурсними та курсовими проектами за тематикою існуючих або скорегованих навчальних програм, що значно підвищують відповідальність та фаховість майбутнього архітектора.

Література

1. Стандарт вищої освіти України. 191 «Архітектура та містобудування». Рівень вищої освіти: Перший (бакалаврський) МОНУ. К., 2017.: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vyshcha/standarty/2020/06/17/191%20Arkhitektura%20ta%20mistobuduvannya%20bakalavr.pdf>
2. Постанова КМУ від 10.05.2018 №347 Про затвердження Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1187-2015-%D0%BF>
3. Кащенко О.В. Концептуальні засади архітектурно-мистецької освіти //Архітектурний вісник КНУБА. – К.: КНУБА, 2019. – Вип. 17-18. – С. 18-26. https://drive.google.com/file/d/1_T-Nf-J5ZtsaGQTFrn2rHmMjTm9wAXT/view2
4. Кащенко О.В. Азбука гігантів. Почему архитектор – профессия будущего. 2018 р. : <https://proman.com.ua/10642-ukrainskij-professor-rasskazal-pochemu-arhitektor-filosof-professiya-budushhego/>
5. Щорічний національний архітектурний студентський конкурс STEEL FREEDOM <https://steelfreedom.ua/>
6. Вещев В.Е. Проблемы преподавания дисциплины «Архитектурное проектирование на специализации компьютерный дизайн» Науковий вісник будівництва В.59 Харків. ХДТУБА 2010 р. <https://vestnik-construction.com.ua/uk/arkhiv-visnika.html>

7. Вещев В.С Проблеми формування кадрового складу на архітектурних факультетах ВНЗ в сучасних умовах. «Сучасні технології в науці та освіті» Матеріали третьої МНПК Ч.1. вид. СНУ ім. Даля м. Сєверодонецьк 2020, с.56-58

ПРОФЕСІЙНИЙ КОНКУРС В УМОВАХ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ФАХОВОСТІ МАЙБУТНІХ АРХІТЕКТОРІВ

Вещев В. Є.

Конкурсне проектування під час навчального процесу на архітектурних факультетах вищих навчальних закладів розглядається як високоефективний засіб підвищення фаховості майбутніх архітекторів. Поєднання вимог навчальних програм з вимогами організаторів конкурсів що до проектування об'єктів, запланованих до будівництва, оцінюється як реальний поштовх до підвищення професійної майстерності. Аналізується вагомість творчої складової при навчанні майбутнього митця (не проектувальника) під час навчання в закладах вищої освіти. Надаються критичні зауваження недоліків існуючої системи оцінювання активності науково-педагогічних працівників в системі архітектурної освіти що до врахування досягнень студентів не тільки в наукових але й в професійних конкурсах. Надається розгорнутий аналіз найбільш відомих типів архітектурних змагань, що найбільш поширені в сучасній практиці, та привабливі для студентської молоді.

Ключові слова: конкурс, професійність, архітектурна освіта.

ПРОФЕСИОНАЛЬНИЙ КОНКУРС В УСЛОВИЯХ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ПРОФЕСИОНАЛИЗМА БУДУЩИХ АРХИТЕКТОРОВ

Вещев В. Е.

Конкурсное проектирование во время учебного процесса на архитектурных факультетах высших учебных заведений рассматривается как высокоэффективное средство повышения профессионализма будущих архитекторов. Сочетание требований учебных программ требованиям организаторов конкурсов касающихся проектирования объектов, запланированных к строительству, оценивается как реальный толчок к повышению профессионального мастерства. Анализируется значимость творческой составляющей при обучении будущего художника (не проектировщика). Во время обучения в учреждениях высшего образования выявляются критические замечания и недостатки существующей системы оценки активности научно-педагогических работников в системе архитектурного образования, что учитывается не только в научных, но и в профессиональных конкурсах. Предоставляется развернутый анализ наиболее известных типов архитектурных соревнований, наиболее распространенные в современной практике, и привлекательные для студенческой молодежи.

Ключевые слова: конкурс, профессионализм, архитектурное образование

**PROFESSIONAL COMPETITION WITHIN THE EDUCATIONAL PROCESS AS A
MEANS OF IMPROVING THE PROFESSIONAL CAPACITY OF FUTURE
ARCHITECTS**

Veshchev Volodymyr

Competitive design during the educational process at the architectural faculties of higher educational institutions is considered as a highly effective means of improving the professionalism of future architects. Combination of the syllabus requirements with the competitions authority requirements regarding the design of the facilities planned for construction is assessed as a real rise to improve professional skills. The importance of the creative component in teaching a future artist (and not just a designer) while studying in higher education is analyzed. Critical remarks on the shortcomings of the existing evaluating system of the research and teaching staff activity in architectural education are given, taking into account the achievements of students not only in scientific but also in professional competitions. A detailed analysis of the most famous types of architectural competitions, which are most common in modern practice and attractive to students, is provided.

Key words: competition, professionalism, architectural education.

НА ДОПОМОГУ ФАХІВЦЯМ І ДОСЛІДНИКАМ МІСТОБУДІВЕЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ПРОСТОРОВОГО ПЛАНУВАННЯ

Мищенко О. Д., Чередніченко П. П.

В 1994 році розпочала свою діяльність спеціалізована вчена рада Київського національного університету будівництва і архітектури (тоді КДТУБА) по присудженню вчених ступенів доктора і кандидата технічних наук зі спеціальностей 18.00.04 «Містобудування і ландшафтна архітектура» та 05.24.01 «Геодезія». На сьогодні в цій спеціалізованій раді обслуговуються спеціальності: 05.23.20 «Містобудування та територіальне планування», 05.24.01 «Геодезія і землеустрій» та 05.24.04 «Кадастр та моніторинг земель»

На допомогу пошукувачам наукових ступенів та звань редколегія збірника «Містобудування та територіальна планування» публікує підсумки роботи цієї спеціалізованої ради за кожну каденцію та ознайомлює з дисертаціями, які в ній за відповідний період захистились.

Крім того в збірнику публікується і інформація з інших джерел про захищені дисертації в інших спецрадах. Так професор Рейцен Є.О. [3] в своїй статті інформуючи про щорічні конференції «Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов», які проходили в м. Свердловськ (нині Катеринбург) подав перелік про 23 захищені дисертації в Україні за даною тематикою. Цю конференцію організовує к.т.н. Ваксман С.А. (у окремих випусках збірника є про нього інформація). Він дав згоду авторам статті [6] опублікувати перелік понад 240 дисертацій, які захищені на протязі десятків років в Радянському Союзі за напрямом містобудування та міське будівництво або споріднені спеціальності за цими напрямами. В його інформації наведені не тільки прізвища здобувачів і теми дисертацій, а й вказані їх наукові керівники, офіційні опоненти, провідні установи та організації. Ця інформація корисна для здобувачів можливістю більш оперативно знаходити необхідну інформацію або впевнитись про її відсутність при проведенні своїх наукових досліджень.

До речі Ваксман С.А веде велику картотеку статей і видань за вказаними напрямами. Він з задоволенням ділиться нею з науковцями і зацікавленими фахівцями цих галузей наукових знань.

В збірнику також подається інформація про звіти вказаної вище спеціалізованої ради, які опубліковані в статтях [4, 5, 7-12].

В даний час вчений секретар цієї спеціалізованої ради Ісаєв О.П. (до речі супроводжує роботу цієї спецради з дня її створення) готує для публікації у випуску збірника за №77 черговий звіт останньої її каденції.

У випусках збірника за №№ 40, 61, 62, 64, 65, 67, 68, 70, 71 розміщені огляди проведених конференцій з питань містобудування, просторового планування, міського будівництва і господарства, будівель та споруд спеціального призна-

чення, будівельних конструкцій та енергоефективності в будівництві і архітектурі.

Редколегія збірника розміщувала змісти випусків збірника з №1 по №19 у випуску за №20, випусків з №20 по №39 у випуску за №40, з №40 по №54 у випуску за №55, з №55 по №70 у випуску №71.

З випусками збірника, починаючи з №10, можна ознайомитись на сайті <http://www.nbuv.gov.ua> національної бібліотеки НАН України ім. В.І. Вернадського, з №25 на сайті library.knuba.edu.ua бібліотеки КНУБА та на сайті редколегії збірника mtr.knuba.edu.ua. Випуски збірника розсилаються згідно обов'язкової розсилки, а також в бібліотеки рекомендовані ДАК МОН України для розсилки авторефератів дисертацій, бібліотеки профільних ВНЗ України, науко-дослідних установ, провідним вченим і спеціалістам містобудівельної галузі. Всі випуски збірника згідно наказу МОН України №688 від 01.12.2005 р. передаються в УкрІНТЕІ для розміщення рефератів статей.

Збірник «Містобудування та територіальне планування» визнаний МОН України, як наукове фахове видання України категорії «Б», в якому можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Наказ №1471 від 26 листопада 2020 року). Тематична спрямованість збірника, за якою публікуються наукові праці – спеціальності: 191. Архітектура та містобудування; 192. Будівництво та цивільна інженерія; 193. Геодезія землеустрій. Цим же наказом в категорії «Б» затверджено збірник КНУБА «Сучасні проблеми архітектури і містобудування» зі спеціальностей 191 та 192, який видається теж тричі на рік.

Ці видання включені до ряду баз даних та професійних асоціацій, а саме:

Google Академія, CrossRef, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), WorldCat, Наукова періодика України.

Кожному опублікованому матеріалу в збірниках присвоюється міжнародний цифровий ідентифікатор статей DOI (Digital Object Identifier).

Література

1. Ісаєв О.П. Підсумок роботи спеціалізованої вченої ради Д. 01.18.02 // Інженерна геодезія, вип. №39. - К.: КНУБА, 1998. – С. 76-78.
2. Ісаєв О.П. Робота спеціалізованої вченої ради Д. 26.056.09 // Містобудування та територіальне планування, вип. №5. - К.: КНУБА, 2000. – С. 37-41.
3. Рейцен Е.А. Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов // Містобудування та територіальне планування, вип. №5. - К.: КНУБА, 2000. - С. 269-273.
4. Ісаєв О.П. Аналіз дисертаційних робіт, які пройшли захист у спеціалізованій вченій раді Д. 26.056.09 у 2001-2002 рр. // Інженерна геодезія, вип. №49. - К.: КНУБА, 2003. – С. 111-126. (зроблено огляд робіт з геодезії)
5. Ісаєв О.П. Аналіз дисертаційних робіт, які пройшли захист у спеціалізованій вченій раді Д. 26.056.09 у 2001-2002 рр. // Містобудування та територіальне планування, вип. №14. - К.: КНУБА, 2003. – С. 61-66. (зроблено огляд робіт з містобудування та територіального планування).

6. Мамедов А.М., Осітнянко А.П., Чередніченко П.П. На допомогу магістрам, аспірантам та здобувачам наукових ступенів і звань // Містобудування та територіальне планування, вип. №15. - К.: КНУБА, 2003. - С. 113-160.
7. Ісаєв О.П. Аналіз дисертаційних робіт, які пройшли захист у спеціалізованій вченій раді Д. 26.056.09 у 2003-2005 рр. // Містобудування та територіальне планування, вип. №25. - К.: КНУБА, 2006. - С. 112-135.
8. Ісаєв О.П. Аналіз дисертаційних робіт, які пройшли захист у спеціалізованій вченій раді Д. 26.056.09 у 2006-2008 рр. // Містобудування та територіальне планування, вип. №32. - К.: КНУБА, 2009. - С. 229-259.
9. Ісаєв О.П., Погорельцев В.М., Чередніченко П.П. Аналіз дисертаційних робіт, які пройшли захист у спеціалізованій вченій раді Д. 26.056.09 у 2009-2012 рр. // Містобудування та територіальне планування, вип. №45. Частина 1. - К.: КНУБА, 2012. - С. 306-345.
10. Дьомін М.М., Ісаєв О.П., Погорельцев В.М., Чередніченко П.П. Спеціалізованій вченій раді Д. 26.056.09 – 15 років. // Містобудування та територіальне планування, вип. 50. - К.: КНУБА, 2013. - С. 5–10.
11. Ісаєв О.П., Чередніченко П.П. Аналіз дисертаційних робіт, захищених в спеціалізованій вченій раді Д. 26.056.09 у 2012-2015 роках // Містобудування та територіальне планування, вип. 59. - К.: КНУБА, 2016. - С. 160–215.
12. Ісаєв О.П., Чередніченко П.П. Аналіз дисертаційних робіт, представлених на захист в спеціалізовану вчену раду Д.26.056.09 у 2015–2018 роках // Містобудування та територіальне планування, вип. 69. - К.: КНУБА, 2019. - С. 160-198.

НА ДОПОМОГУ ФАХІВЦЯМ І ДОСЛІДНИКАМ МІСТОБУДІВЕЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ПРОСТОРОВОГО ПЛАНУВАННЯ

Мищенко О. Д., Чередніченко П. П.

Подана інформація про роботу спеціалізованої вченої ради КНУБА по присудженню наукових ступенів доктора та кандидата наук за весь період її діяльності. Вказано джерела в яких є інформація про захищені дисертаційні роботи. Також є посилання на джерела в яких наведено перелік авторефератів захищених дисертацій за понад 50 років на терені СРСР, а також за останні роки в Україні, за спеціальностями міське будівництво і господарство, містобудування та територіальне планування і їм спорідненим.

Також подана інформація про науково-технічний збірник КНУБА «Містобудування та територіальне планування», визнаний МОН України як фахове наукове видання категорії «Б» та включений до баз даних Google Академія.

Ключові слова: спеціалізована вчена рада, дисертація, містобудівельна діяльність, просторове планування.

В ПОМОЩЬ СПЕЦИАЛИСТАМ И ИССЛЕДОВАТЕЛЯМ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Мищенко Е. Д., Чередніченко П. П.

Наведена інформація о работе специализированного ученого совета КНУСА по присуждению ученых степеней доктора и кандидата наук за весь период его деятельно-

сти. Приведены источники, в которых есть информация о защищенных диссертационных работах. Также есть ссылки на источники, в которых наведен список авторефератов защищенных диссертаций более чем 50 лет на территории СССР, а также за последние годы в Украине, за специальностями городское строительство и хозяйство, градостроительство и территориальное планирование и им родственным.

Также наведена информация о научно-техническом сборнике КНУСА «Градостроительство и территориальное планирование», признанным МОН Украины как специализированное научное издание категории «Б» и включенном до баз данных Google Академия.

Ключевые слова: специализированный ученый совет, диссертация, градостроительная деятельность, пространственное планирование.

FOR AIDE TO SPECIALISTS AND RESEARCHERS IN URBAN AND SPATIAL PLANNING

Mischenko O. D., Cherednichenko P. P.

The information about the work of the specialized scientific council of KNUCA on awarding of Sc.D. and Ph.D. scientific degrees for the whole period of its activity. Sources with information about defended dissertations are provided hereafter. There are also links to sources that list the authorized summaries of defended dissertations for over 50 years in the USSR, as well as in recent years in Ukraine, for Specialties of urban construction and economy, urban planning and land use planning and etc. It also provides information about the technical-scientific compendium issued by KNUCA, «Urban land use planning», which is recognized by the Ministry of Education and Science of Ukraine as a specialized scientific publication of category «B» and included in the databases of Google Academy.

Keywords: specialized scientific council, dissertation, urban planning activities, spatial planning.

ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Осетрін М. М., Тарасюк В. П., Беспалов Д. О., Дорош М. І.

Вибір типу та обґрунтування рішень транспортної розв'язки в одному чи різних рівнях необхідно здійснювати на основі попередньо розробленої містобудівної документації шляхом техніко-економічних порівнянь можливих варіантів із застосуванням методики транспортних розрахунків та транспортного моделювання (п. 6.1.6. ДБН В.2.3-5:2018) [1]. Разом з тим, основним методом обґрунтування прийняття містобудівних рішень на вулично-дорожній мережі міст, який зараз використовується, є метод порівняльної ефективності роботи вулично-дорожньої мережі міста за основними техніко-економічними показниками. З розвитком сучасних інформаційних технологій для вирішення даних задач необхідно використовувати інструмент транспортного імітаційного моделювання. Це підтверджується багаторічним закордонним та вітчизняним досвідом.

У Київському національному університеті будівництва та архітектури для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Міське будівництво та господарство» введена нова дисципліна - «Транспортне імітаційне моделювання». Вона спрямована на отримання знань по використанню транспортного імітаційного моделювання як інструменту обґрунтування і прийняття містобудівних рішень на вулично-дорожній мережі міст. Дисципліна «Транспортне імітаційне моделювання», з поміж інших, передбачає вивчення наступних питань:

1) збір, аналіз та оцінка поточного стану функціонування транспортної інфраструктури, яка включає оцінку вулично-дорожньої мережі міста та організації руху транспорту і пішоходів у її межах;

2) розробка схем організації дорожнього руху та циклограм світлофорного регулювання;

3) опрацювання основних принципів та методів вибору інженерно-планувальних рішень перетинів міських вулиць та доріг на основі засобів транспортного моделювання;

4) розробка проєктів оптимізації руху транспорту та пішоходів в межах міських вулиць та доріг;

5) засвоєння основних критеріїв оцінки ефективності функціонування перетинів міських вулиць і доріг на основі мікромоделювання транспортних і пішохідних потоків з допомогою програмного комплексу PTV Vissim;

6) визначення переваг та недоліків (вузьких місць) кожного з варіантів змін вулично-дорожньої мережі;

7) проведення оцінки транспортної ефективності запропонованих заходів.

В рамках даної дисципліни передбачається виконання курсової роботи з використанням найпопулярнішої комп'ютерною програми для транспортного імітаційного моделювання в Європі та Америці - PTV Vissim [2]. Метою курсової роботи є забезпечення професійно-технічного розуміння та навиків робіт з використання транспортно імітаційного моделювання при обґрунтуванні прийняття містобудівних рішень на вулично-дорожній мережі міст.

В роботі пропонується виконати оцінку ефективності проектних рішень на вулично-дорожній мережі міст на основі порівняння основних транспортно-експлуатаційних показників їх роботи, в тому числі середньої швидкості, часу затримок та кількості зупинок. При цьому дана робота виконується на прикладі реальних об'єктів міської інфраструктури.

Об'єкт дослідження – ділянка вулично-дорожньої мережі міста.

Предмет дослідження – транспортне імітаційне моделювання як інструмент обґрунтування прийняття містобудівних рішень на вулично-дорожній мережі міст.

Загальна блок-схема виконання курсової роботи наведена на рис. 1.

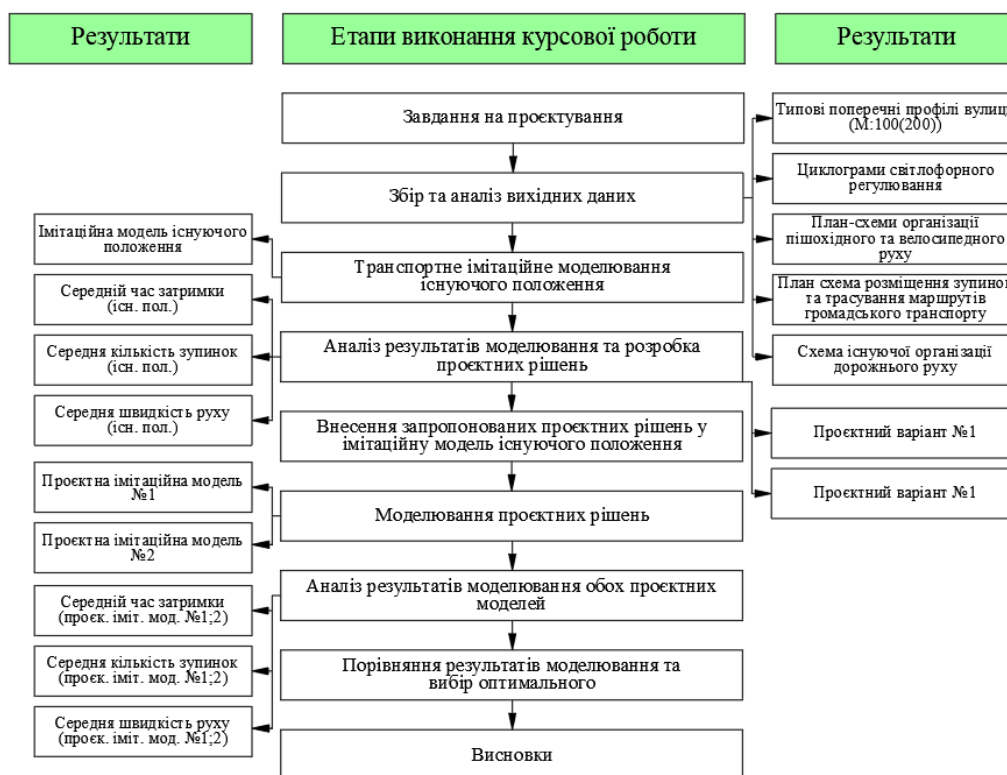


Рис. 1. Блок-схема виконання курсової роботи

Таким чином, в результаті виконання курсової роботи студенти отримують практичні навички по перевірці та оцінці ефективності проектних рішень на вулично-дорожній мережі міст з допомогою інструменту транспортного імітаційного моделювання.

Література

1. ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 61 с.
2. Тарасюк В.П. Принципи і методи оцінки впливу енерговитрат транспортного потоку при обґрунтуванні вибору інженерно-планувального рішення транспортно-планувальних вузлів (на прикладі м. Києва): дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.23.20 «Містобудування, та територіальне планування» / Тарасюк В.П. – Київ, 2018. – 150 с.

ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Осетрін М. М., Тарасюк В. П., Беспалов Д. О., Дорош М. І.

У Київському національному університеті будівництва та архітектури для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Міське будівництво та господарство» введена нова дисципліна - «Транспортне імітаційне моделювання». Вона спрямована на забезпечення знань по використанню транспортного імітаційного моделювання як інструменту обґрунтування і прийняття містобудівних рішень на вулично-дорожній мережі міст. В рамках даної дисципліни передбачається виконання курсової роботи, яка дозволить отримати практичні навички по перевірці та оцінці ефективності проектних рішень на вулично-дорожній мережі міст з допомогою транспортного моделювання.

Ключові слова: транспортне імітаційне моделювання, навчальний процес, вулично-дорожня мережа.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОГО ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Осетрин Н. Н., Тарасюк В. П., Беспалов Д. А., Дорош М. И.

В Киевском национальном университете строительства и архитектуры для студентов специальности 192 «Строительство и гражданская инженерия» специализации «Городское строительство и хозяйство» введена новая дисциплина - «Транспортное имитационное моделирование». Она направлена на обеспечение знаний по использованию транспортного имитационного моделирования как инструмента обоснования и принятия градостроительных решений на улично-дорожной сети городов. В рамках данной дисциплины предусматривается выполнение курсовой работы, которая позволит получить практические навыки по проверке и оценке эффективности проектных решений на улично-дорожной сети городов с помощью транспортного моделирования.

Ключевые слова: транспортное имитационное моделирование, учебный процесс, улично-дорожная сеть.

USE OF TRANSPORT IMITATION MODELING IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Osetrin M., Tarasiuk V., Bespalov D., Dorosh M.

The Kyiv National University of Construction and Architecture has introduced a new discipline for students majoring in 192 «Construction and Civil Engineering» specialization «Urban Construction and Economy» - «Transport simulation». It is aimed at providing knowledge on the use of transport simulation as a tool for substantiation and urban planning decisions on the urban road network. Within the framework of this discipline, course work is envisaged, which will allow to gain practical skills in testing and evaluating the effectiveness of design solutions on the urban road network with the help of transport modeling.

Keywords: transport simulation modeling, educational process, urban road network.

PECULIARITIES OF CONTINUING PROFESSIONAL PEDAGOGICAL EDUCATION IN CANADA

Svitlichna O. O.

Nowadays, taking into account the global challenges of the modern world and the role of education as the knowledge industry, social requirements for the training system and their readiness for continuous development are updated. It justifies an in-depth study of the functions of continuous pedagogical education, strategies for its development and focusing on its role in economic and public progress. Of particular interest to the domestic pedagogical science and practice can be a system of continuous pedagogical education of Canada, since the process of training and retraining of the teacher's personnel of this multinational country accumulates the experience of different nations regarding the organization of the educational process.

It is necessary to mention that many countries around the world are striving to improve their education systems. For this purpose, it is necessary to study the international development experience in the educational sphere. Needless to say that any improvement is impossible without studying the problems and challenges of pedagogical education. Nowadays, when we are living in the age of developed technologies most of all information is being received from the Internet and mass media. Nevertheless, it turns out to be that the need of our society for "live" pedagogical activities has not decreased, but on the contrary, has increased in comparison with previous years.

In the curricula of pedagogical universities and colleges in Canada, the multicultural aspect of training is clearly distinguished, which is mainly represented by academic disciplines, special disciplines, as well as specific methods and forms of education. The overall plan of bachelor of education programs usually includes: general teaching skills, communication skills, lesson management, lesson goal setting, assessment and monitoring, language of communication, special methodology, child development, developmental psychology, sociology of education, history and philosophy of education, educational law, teachers' rights, professional skills of a teacher, introduction to special education, education technology, practice [3].

Recently, special attention in the training of teachers for mass schools has been paid to the issues of school adaptation, integration and education of children of various ethnic groups, immigrants. These aspects of intercultural knowledge imply a change in the content of curricula, the inclusion of sections on ethnolinguistics, ethnopsychology, which will expand the knowledge of each future teacher about representatives of different cultures, and will contribute to the formation of ethnocultural tolerance and readiness for productive interethnic and intercultural cooperation [4].

Research conducted by those scientists, who support relational education [5] showed that stereotyping students has a huge impact on their development and attitudes towards learning. The basic element of the formation of multicultural thinking is

the development of a clear understanding of one's own ethnocultural identity, awareness of the importance of studying one's own cultural foundations. Multicultural teacher training includes studying the nature of stereotypes, their role in the formation of prejudice, racism, discrimination and conflict.

One of the most important issues of the intercultural aspect of teacher training is the teacher's ability to master different types of learning, which correspond to different cultures, different styles of learning. To achieve this goal, a number of special disciplines is included in the curriculum. Besides, special teaching methods are used in the learning process in order to form the important qualities of a modern specialist who is ready for successful work in a multinational, multicultural environment [2].

The initial stage of continuing professional pedagogical education is the acquisition of a Bachelor's degree in Pedagogy and a Bachelor's degree in the humanities or natural sciences. In Canada, the teacher education program is implemented at two levels: undergraduate (based on secondary education) and postgraduate (based on the bachelor's degree). The main requirement of the first level is to graduate from an educational school with a score above the average, and the second level is to have a bachelor's degree. There are two main structural models for combining the subject and professional modules of the organization of teacher education:

- synchronous model - a combination of subject and professional training in the general course of higher education;

- consistent model - professional training of teachers in a certain subject area after graduation from higher education.

The system of professional and pedagogical training of students is multistage and includes several modules: psychological and pedagogical; general professional module; subject and teaching practice. The program of general professional training includes such disciplines as «Professional education», «Correctional pedagogy», «Theory of the organization of primary and secondary education»; the subject-training program includes «English language», «English literature», «Second foreign language», and «Foreign literature».

Pedagogical practice is considered as an important component of teacher training in Canada. In some universities, the duration of practice increases from one day per week in the first year to a full semester in the fourth year. Special importance is attached to teaching practice due to the emphasis on practical activities in teacher training. At the same time, practice is viewed in close connection with theoretical courses. It is recognized that most of the practical experience is useful for future teachers under the condition of direct observation, critical study of the cultural environment of the classroom and school. The practice aims to develop students' critical, research thinking, motivating them to develop alternative teaching methods that meet the characteristics of the cultural teaching environment. Care is taken to ensure that the practice is not formal. There is a practice of evaluating pedagogical activity by the students themselves, who, in turn, assess the effectiveness of the practice and make their own proposals for changing the theoretical course. Features of continuous teaching practice can be reduced to several characteristics: individualization of students' work; a gradual

increase in the duration of practice; dividing students into groups to ensure more effective cooperation of trainees; practice supervision by experienced teachers and teaching methodologists - apprenticeship institute [1].

Thus, the most important component of the system of continuing professional pedagogical education is general pedagogical training, which provides the general level of formation of the system of knowledge, skills and abilities of future teachers. One of the promising areas of research is the study of the conditions for equipping future teachers with knowledge of the foundations of modern pedagogical science, skills and abilities of organizing educational process, taking into account the global changes in modern society.

References

1. Volosovich L.V. Pedagogicheskoe obrazovanie v etnicheski i kulturno getero gennoy Kanade, avtoreferat dissertatsiina soiskanie uchenoy stepeni kandidata pedagogicheskikh nauk, Moskva, 2009 (rus).
2. Habermas Yu. Politicheskieraboty / Per.snem.M. Skuratova. M.: Praxis, 2005 (rus).
3. Hlyischeva E.V. Multikulturalizm – globalnyiy vyizov dlya Evropyi // Izvestiya VGPU. Seriya «Sotsialno-ekonomicheskije nauki i iskusstvo». – 2009. – # 3. – S. 63–68(rus).
4. Chernyak A.V. Politika multikulturalizma v Evrope – opyt dlya Rossii. – M.: PolitBook, #2, 2015. - S.133-148 (rus).
5. Mistrik E. Multicultural education: Teaching tools, teachers training. (Curriculum for universities). Bratislava: Iris, 2000 (eng).

PECULIARITIES OF CONTINUING PROFESSIONAL PEDAGOGICAL EDUCATION IN CANADA

Svitlichna O. O.

Nowadays, taking into account the global challenges of the modern world and the role of education as the knowledge industry, social requirements for the training system and their readiness for continuous development are updated. It justifies an in-depth study of the functions of continuous pedagogical education, strategies for its development and focusing on its role in economic and public progress. Of particular interest to the domestic pedagogical science and practice can be a system of continuous pedagogical education of Canada, since the process of training and retraining of the teacher's personnel of this multinational country accumulates the experience of different nations regarding the organization of the educational process using modern innovative technologies.

Keywords: continuing professional pedagogical education, educational process, challenges of pedagogical education, multicultural teacher training.

ОСОБЛИВОСТІ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ПРОФЕСІЙНОЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ КАНАДИ

Світлічна О. О.

У наш час, враховуючи глобальні виклики сучасного світу та роль освіти як галузі знань, соціальні вимоги до системи навчання та її розвитку постійно оновлюються. Це

потребує поглибленого вивчення функцій безперервної педагогічної освіти, стратегій її розвитку та зосередження уваги на її ролі в економічному та суспільному прогресі. Особливий інтерес для вітчизняної педагогічної науки та практики представляє система безперервної професійної педагогічної освіти Канади, оскільки процес підготовки та перепідготовки викладацького складу цієї багатонаціональної країни містить у собі досвід різних держав щодо організації навчального процесу.

Ключові слова: безперервна професійна педагогічна освіта, навчальний процес, виклики педагогічної освіти, мультикультурна підготовка вчителів.

ОСОБЕННОСТИ НЕПРЕРЫВНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАНАДЫ

Светличная О. А.

В наше время, учитывая глобальные вызовы современного мира и роль образования как отрасли знаний, социальные требования к системе обучения и ее развития постоянно обновляются. Это требует углубленного изучения функций непрерывного педагогического образования, стратегий его развития и сосредоточения внимания на его роли в экономическом и общественном прогрессе. Особый интерес для отечественной педагогической науки и практики представляет система непрерывного профессионального педагогического образования Канады, поскольку процесс подготовки и переподготовки преподавательского состава этой многонациональной страны включает в себя опыт различных государств по организации учебного процесса.

Ключевые слова: непрерывное профессиональное педагогическое образование, учебный процесс, вызовы педагогического образования, мультикультурная подготовка учителей.

СТАБІЛІЗАЦІЯ КУТІВ КВАДРОКОПТЕРА: ВИКОРИСТАННЯ ПІД-РЕГУЛЯТОРУ

Деркач М. В., Матюк Д. С.

Останнім часом великий інтерес викликають дрони, тобто безпілотні літаючі роботи (БПЛА), побудовані на базі мультикоптерів. Серед них найбільш поширеним є чотиримоторний коптер – квадрокоптер [1]. Наразі вони використовуються для різних завдань: дослідження місцевості, проведення рятувальних операцій МНС, в роботі пожежних служб, і навіть військової розвідки. Забезпечення стабілізації польоту квадрокоптера на основі польотного контролера - зібраного на базі 32-бітового мікроконтролера сімейства STMicroelectronics та модуля GY-521 на мікросхемі MPU-6050, що об'єднав в одному корпусі 3х-осьовий гіроскоп і 3х-осьовий акселерометр - є однією з головних задач при створенні БПЛА. Польотний контролер встановлений на рамі F450 з пропелерами розміром 10×45 (рис. 1).



Рис. 1. Квадрокоптер з польотним контролером

Пропорційно-інтегрально-диференціюючий (ПІД) регулятор є основним методом використанням для стабілізації квадрокоптера [2]. ПІД-регулятор являє собою математичний апарат, який застосовується майже у всіх завданнях

стабілізації: стабілізація кутів квадрокоптера в повітрі, політ і утримання позиції по GPS, утримання висоти по барометру, безколлекторні механізми стабілізації відеокамери в польоті (підвіс камери). Завдання контролера - швидше і точніше виконувати команди, що безперервно надходять в польотний контролер, за допомогою моторів з урахуванням: вітру, нерівномірного розподілу ваги квадрокоптера, інерції квадрокоптера і т.д. Тому контролером постійно вирішується завдання, яку швидкість обертання необхідно подавати на кожен мотор з урахуванням поточного значення кута крену і необхідного. Чим менший період, тобто одна ітерація циклу обробки і управління, тим точніше відбувається регулювання.

Використовується ПІД-регулятор в системах автоматичного управління для формування керуючого сигналу з метою отримання необхідних точності й якості перехідного процесу. ПІД-регулятор формує керуючий сигнал, який є сумою трьох доданків, перший з яких пропорційний різниці вхідного сигналу і сигналу зворотного зв'язку (сигнал неузгодженості), другий - інтеграл сигналу неузгодженості, третій - похідна сигналу неузгодженості.

ПІД регулятор обчислює значення «помилки» як різницю між вимірним значенням змінної і її бажаним значенням, тобто намагається мінімізувати помилку впливаючи на керувані входи. Це означає, що ПІД регулятор бере дані виміряні сенсорами польотного контролера (гіроскопи, акселерометри) і порівнює їх з очікуваними значеннями, щоб змінити швидкість моторів для компенсації будь-яких відхилень і утримання балансу. Алгоритм обчислень в ПІД регуляторі включає в себе 3 постійних параметра, пропорційне, інтегральне і диференціююче значення, що позначаються P , I і D . Залежно від польотного контролера ПІД регулятори будуть пов'язані з різними польотними режимами.

Формула пропорційно-інтегрально-диференціюючого регулятора:

$$force = P * error + I * \int_0^T error dt + D * \frac{d error}{dx}, \quad (1)$$

де $force$ - реакція квадрокоптера (зусилля), яке створює момент обертання за рахунок того, що лівий мотор обертається на $force$ швидше, ніж рівень відкриття дросельної заслінки, який надходить з приймача в передавач (середнє арифметичне між швидкостями обертання всіх моторів, виражене у відсотках від максимальної швидкості обертання), а правий - на стільки ж повільніше. Величина $force$ може приймати і негативні значення, тоді правий мотор закрутиться швидше. Для управління квадрокоптером необхідно обчислювати величину $force$ на кожній ітерації періоду регулювання. Зрозуміло, що $force$ як мінімум має залежати від поточного кута крену ($roll$) і бажаного кута крену ($target_roll$), який надходить з пульта управління. $error$ - різниця (помилка) між $target_roll$ і $roll$, яку контролер прагне мінімізувати. Чим більше різниця між бажаним кутом крену і поточним, тим сильніше повинна бути реакція, тим швидше лівий мотор повинен закрутитися щодо правого. P - коефіцієнт пропорційності, чим більший, тим сильніше буде реакція, то все більше квадрокоптер буде реагувати на відхилення від необхідного кута

крену. За кілька десятків мілісекунд (кілька ітерацій циклу обробки - періодів регулювання) під впливом пропорційного регулятора квадрокоптер повернеться в потрібне (в даному випадку горизонтальне) положення. Весь цей час помилка $error$ і зусилля $force$ матимуть один і той же знак, хоч і ставатиме все менше по модулю. Набравши якусь швидкість повороту (кутову швидкість) квадрокоптер просто перевалиться на другий бік, так як пропорційна складова регулятор не має члена, що приводить до гальмування. З цієї причини в регуляторі другий доданок, який буде гальмувати обертання квадрокоптера і перешкоджати перерегулюванню (перевалювання в протилежну сторону). Ця складова має імітувати тертя - чим швидше повертається квадрокоптер, тим сильніше повинна бути спроба зупинити квадрокоптер. I - один з параметрів, що настраюються, залежить від накопичених минулих помилок, а T - поточний момент часу. D - це передбачення майбутніх помилок, на підставі швидкості зміни, тобто коефіцієнт, що настраюється: чим більший, тим сильніше зусилля, що зупиняє. Якщо лівий край буде важити трохи більше правого. Тоді квадрокоптер буде трохи нахилений вліво. Повернутися назад (вирівнятися) він не зможе, так як диференціальний доданок дорівнює нулю, а пропорційного доданка не вистачає, щоб повернути квадрокоптер в горизонтальне положення, так як лівий край важить трохи більше правого. Внаслідок цього квадрокоптер буде тягнути вліво. Характерною особливістю таких помилок є те, що вони проявляють себе з часом. Тому вводиться інтегральний доданок, що зберігає суму всіх помилок $error$ по всім ітераціям циклу обробки. Помилку $error$ обчислити легко, адже на кожній ітерації знаємо різницю між $target_roll$ і $roll$; P і D - параметри, що настраюються перед запуском. Для обчислення похідної (швидкості зміни $error$) необхідно зберігати попереднє значення $error$, знати поточне значення $error$ і знати час, який минув між вимірами (період регулювання). Якщо після стабілізації квадрокоптера існує $error$, наприклад 1 градус, то через 10 циклів регулювання по 0.1 с сума прийме значення $1+0.8+0.7+\dots < 10$ градусів. Якщо результат помножити на цикл регулювання, то отримаємо число < 1 .

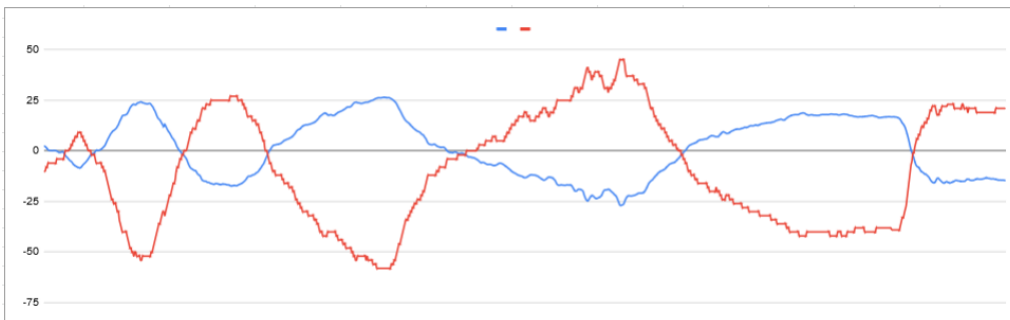


Рис. 2. Приклад стабілізації кутів квадрокоптера за рахунок ПІД-регулятора

На рис. 2 синім кольором позначено кути відхилення квадрокоптера, а червоним – зусилля, з яким квадрокоптер намагається повернутися в необхідне положення. Фрагмент коду, наведений нижче, демонструє ПІД-регулятор на прикладі осі X:

```
while(1){
    angle();
    error = -3 - comp_Xangle;
    error_dreif += error * 0.001;
    error_prev = error;
    force = 2*(error) + 40*(error - error_prev) + 0.07*error_dreif;
    throttle = (left+ right)/2;
    left = throttle + force;
    right = throttle - force;
    drive_2(left);
    drive_4(right);
}
```

Ось Z стабілізується попарно двома паралельними двигунами, сумарне збільшення потужності по осі Y дає поворот по годинниковій стрілки, по осі X відповідно проти годинниковій стрілки, така залежність забезпечена тим що двигуни на різних осях обертаються в різні боки. Отже, якщо на всі двигуни подати однакову потужність, то його зміщення по осі Z = 0. Тільки при стабілізації потрібно враховувати усі три осі, додавши ПІД-регулятор не тільки для кута крену, а ще й кути тангажу і рискання (*pitch*, *yaw*), якими прийнято визначати і задавати орієнтацію квадрокоптера в просторі.

В цілому, режим стабілізації – це режим, в якому квадрокоптер тримає ті кути, які йому задаються за замовчуванням не залежно від зовнішніх факторів. Напрямок обертання гвинтів вибирається не випадково. Якби всі мотори оберталися в одну сторону, квадрокоптер обертася б в протилежну через створювані моменти. Тому одна пара протилежних моторів завжди обертається в одну сторону, а інша пара - в іншу. Ефект виникнення моментів обертання використовується, щоб змінювати кут рискання: одна пара моторів починає обертатися трохи швидше за іншу. Отже, на кожній ітерації циклу обробки обчислюється величини *force*, що означає безпосереднє управління квадрокоптером, використовуючи ПІД-регулятор, де потенційна складова оперує цілими вимірами, інтегральна - дробовими частинами, а диференціальна виправляє накопичені помилки.

Література

1. Praveen V., Dr. Anju Pillai S. Modeling and simulation of quadcopter using PID controller. - International Journal of Control Theory and Applications, 2016. - vol. 9, pp. 7151-7158.

2. Paiva E., Soto J., Salinas J., Ipanaqué W. Modeling, simulation and implementation of a modified PID controller for stabilizing a quadcopter. - IEEE International Conference on Automatica (ICA-ACCA), 2016. - pp. 1-6.

СТАБІЛІЗАЦІЯ КУТІВ КВАДРОКОПТЕРА: ВИКОРИСТАННЯ ПІД-РЕГУЛЯТОРУ

Деркач М. В., Матюк Д. С.

Основним методом, що використовується для стабілізації квадрокоптера, є ПІД-регулятор. ПІД-регулятор формує керуючий сигнал, який є сумою трьох доданків, перший з яких пропорційний різниці вхідного сигналу і сигналу зворотного зв'язку, другий - інтеграл сигналу неузгодженості, третій - похідна сигналу неузгодженості. При стабілізації потрібно враховувати усі три осі, а саме: кути крену, тангажу і рыскання, якими прийнято визначати і задавати орієнтацію квадрокоптера в просторі. Безпосереднє управління здійснюється завдяки обчислюванню величини зусилля, з яким квадрокоптер намагається компенсувати кути відхилення, на кожній ітерації періоду регулювання.

Ключові слова: ПІД-регулятор, стабілізація, кут, квадрокоптер.

СТАБИЛИЗАЦИЯ УГЛОВ КВАДРОКОПТЕРА: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИД-РЕГУЛЯТОРА

Деркач М. В., Матюк Д. С.

Основным методом, используемым для стабилизации квадрокоптера, является ПИД-регулятор. ПИД-регулятор формирует управляющий сигнал, который представляет собой сумму трех слагаемых, первое из которых пропорционально разности входного сигнала и сигнала обратной связи, второе - интеграл сигнала рассогласования, третье - производная сигнала рассогласования. При стабилизации нужно учитывать все три оси, а именно: углы крена, тангажа и рыскания, которыми принято определять и задавать ориентацию квадрокоптера в пространстве. Непосредственное управление осуществляется благодаря вычислению величины усилия, с которым квадрокоптер пытается компенсировать углы отклонения, на каждой итерации периода регулирования.

Ключевые слова: ПИД-регулятор, стабилизация, угол, квадрокоптер.

STABILIZING ANGLES OF A QUADCOPTER: USING A PID CONTROLLER

Derkach M. V., Matiuk D. S.

The main method used to stabilize the quadcopter is the PID controller. The PID controller generates a control signal, which is the sum of three terms, the first of which is proportional to the difference between the input signal and the feedback signal, the second is the integral of the error signal, and the third is the derivative of the error signal. When stabilizing, you need to take into account all three axes, namely: the angles of roll, pitch and yaw, with which it is customary to determine and set the orientation of the quadcopter in space. Direct control is carried out by calculating the amount of effort with which the quadcopter tries to compensate for the deflection angles at each iteration of the adjustment period.

Keywords: PID controller, stabilization, angle, quadcopter.

ВИКОРИСТАННЯ ARDUINO ДЛЯ BLUETOOTH-КЕРОВАНОГО КАТЕРУ З ЕХОЛОТОМ

Дубовик Т. М., Поліщук Ю. В., Дубовик Д. Д.

Arduino - апаратна обчислювальна платформа для аматорського конструювання, основними компонентами якої є плата мікроконтролера. Плати Arduino мають декілька варіантів виконання, є дешевими і доступними. До плат Arduino можна легко підібрати модулі, аналогові та цифрові датчики різного призначення, у тому числі для дистанційного керування [1-3].

Для передавання сигналів, повідомлень між датчиками і контролерами пристрою та платою Arduino, використовують бездротові канали зв'язку, такі як Bluetooth та Wi-Fi.

Використання Bluetooth та Wi-Fi технологій дозволяє керувати пристроями зі смартфона через спеціальні мобільні додатки.

Таким чином використання апаратно-програмної платформи Arduino є простим та гнучким інструментом не тільки для використання у різних технічних об'єктах [4-9], але і як сучасна навчальна платформа у підготовці студентів комп'ютерних спеціальностей [10-12].

В даній роботі представлені результати використання апаратно-програмної платформи Arduino для Bluetooth керування катером із розташованим на ньому ехолотом.

Ехолот – це пристрій для безперервного моніторингу та фіксації зміни товщини води під судном, перепадів рельєфу дна. Запропонований нами об'єкт – Bluetooth керований катер із розташованим на ньому ехолотом, може бути використаний: підрозділами Державного агентства рибного господарства України для складання переліку зимувальних ям та моніторингу переміщення риби під час нересту; підрозділами Державної екологічної інспекції України для моніторингу зміни рельєфу водних об'єктів в наслідок потрапляння у них побутових стоків та стічних вод підприємств; для наукових досліджень при визначенні каламутності води, гранулометричного складу зважених і донних наносів річок та водойм (підрозділами Інституту проблем природокористування та екології НАН України).

При проектуванні об'єкту «Bluetooth керуючий модуль – ехолот» враховували особливості роботи та улаштування ехолоту. Ехолот складається з двох частин - датчика і дисплея. Однак на ринку представлені також моделі ехолокаційних датчиків без монітора, оскільки сучасні моделі багатофункціональних дисплеїв підтримують відображення даних безпосередньо від датчика. Датчик-випромінювач встановлюється на днище судна нижче ватерлінії і направляється на дно. Датчик посилає сигнали в бік дна і приймає їх після відображення від дна або інших об'єктів, які зустрілися на його шляху. Дані від датчика обробля-

ються і виводяться на дисплей. Ехолот посилає імпульси з частотою: 192/200 кГц, 50 кГц, 83 кГц, 455 кГц або 800 кГц.

Завдання дослідження - вибір компонентів, розроблення схеми системи Bluetooth керування катером з ехолотом на платформі Arduino з метою зменшити вартість системи керування; підвищити можливості регулювання процесу дослідження дна в важко доступних місцях водойму. При цьому враховували можливість модернізації вузлів схеми для підвищення продуктивності праці і зниження часу дослідження донних поверхонь.

При створенні Bluetooth-керованого катера з ехолотом використовували такі елементи:

- Arduino UNO R3 та кабель USB;
- плата розширення L293D Motor Driver Shield;
- Bluetooth-модуль HC-06;
- два двигуна FC-280PC 12В;
- саморобний корпус катера;
- з'єднувальні дроти для Arduino;
- конектори 6 та 8 pin.

Arduino Uno – плата на основі мікроконтролеру ATmega328, до складу якої входить 14 цифрових входів/виходів (з них 6 можуть використовуватися в якості ШІМ-виходів), 6 аналогових входів, кварцовий резонатор на 16 МГц, роз'єм USB, роз'єм живлення, роз'єм для внутрішньо схемного програмування (ICSP) і кнопка скидання.

Плата Shield L293D – драйвер двигуна, який використовується для управління дво- або чотиритактовими кроковими та тактовими двигунами з мікроконтролерів. Два чіпи L293D дозволяють подавати максимальний струм до 0,6 А на кожен канал. Модуль оснащений спеціальною бібліотекою, звертаючись до якої можна давати команди для запуску двигунів.

Для зв'язку плати Arduino і керуючого пристрою (комп'ютер чи смартфон) використовується інтерфейс UART (Serial), який є одним з найпопулярніших і зручних для обміну даними через Bluetooth. Плата Arduino у мінімальній комплектації оснащена мінімум одним послідовним портом UART, тому підключення Bluetooth модуля не потребує спеціалізованих бібліотек і схем.

Модуль HC-06 використовується тільки в режимі slave, тобто він не може самостійно підключатися до інших пристроїв Bluetooth. Всі настройки для підключення «пароль, швидкість передачі даних» можна змінити за допомогою AT-команд. Швидкість передачі AT команд за замовчуванням дорівнює 9600.

Двигуни моделі FC-280PC призначені для перетворення електроенергії в енергію обертального руху. Робочі параметри двигунів:

- швидкість без навантаження: 12000-16000 об./хв.;
- робоча напруга: 12 В при постійному струмі;
- розмір (без урахування валу): 34×24×18 мм;
- довжина круглого валу: 9 мм.

Модель катеру виготовлена з пластику та пінопласту. У відшліфованому корпусі катеру передбачені відповідні кріплення для встановлення модулів керування. Розмір складає приблизно 220×170×45 мм.

Схема підключення Bluetooth-модуля (рис. 1а) до плати Arduino UNO R3 показана на рис. 1б. Драйвер двигуна підключається до Arduino UNO шляхом його встановлення безпосередньо на плату зверху. Підключення драйвера до Arduino здійснюється через два конектори 6 та 8 pin (рис. 2).

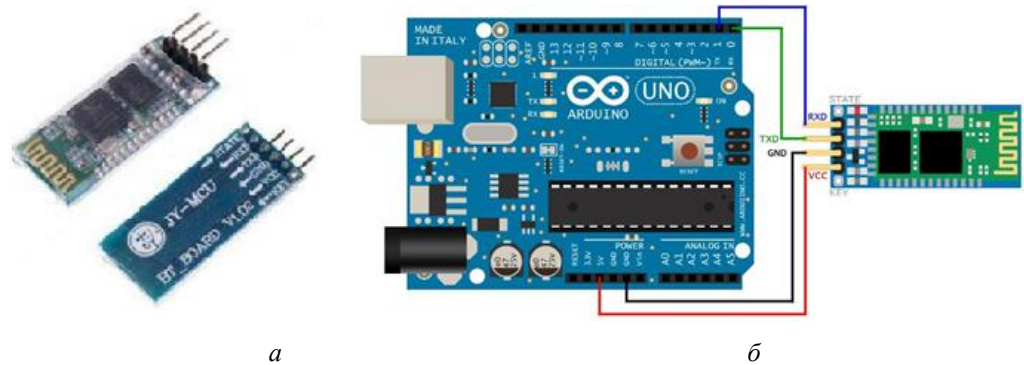


Рис. 1. Bluetooth-модуль HC-06 (а) та схема його підключення до плати Arduino UNO R3 (б)

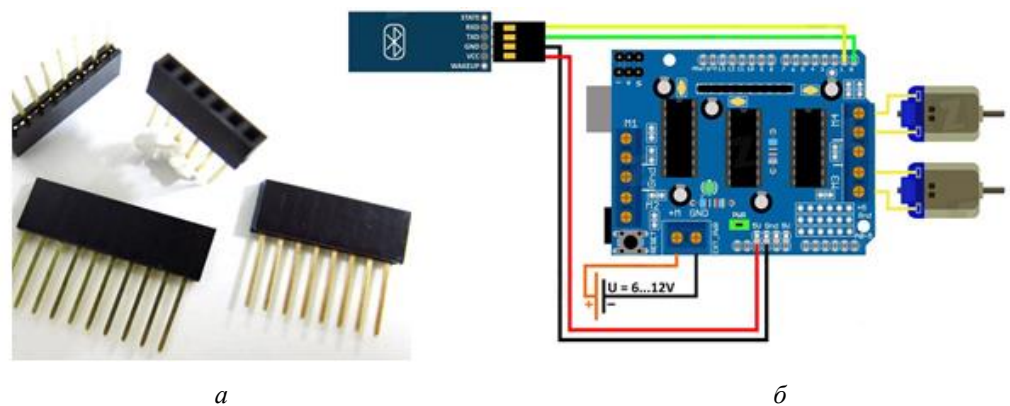


Рис. 2. Конектори (а) та загальна схема підключення Bluetooth-модуля HC-06 та двигунів (б)

Двигуни працюють від 5 В, проте такої потужності може бути недостатньо, тому у схемі передбачена можливість під'єднання зовнішнього живлення у вигляді циліндричних джерел струму. Швидкість обертання моторів постійного струму при підключенні плати Arduino від комп'ютера та від зовнішнього блоку живлення буде значно відрізнятись.

Модуль HC-06 використовується тільки в режимі slave і має контакти: RX і TX – приймач і передавач; VCC і GND – плюс і мінус живлення. Схема підключення Bluetooth-модуля HC-06 представлена на рис. 2.

Пін 0 (TX) на Arduino підключається до TXD, 1 (RX) – до RXD, GND – до GND, 5V – до VCC.

Підключення двигунів до драйверу L293D здійснюється шляхом підключення двигуна до портів M3 та M4. Для управління двигунами використовується стандартна бібліотека AFMotor.h.

Незалежно від типу керуючого пристрою – смартфон, планшет або комп'ютер, дані в мікроконтролер надходять по протоколу UART, тому скетч для управління платою Arduino є однаковим. Додаток, що встановлюється на керуючий пристрій розроблено для пристроїв з операційною системою Android.

Bluetooth-модуль вмикається при завантаженні скетчу, інакше буде з'являтися помилка доступу до Arduino. Після цього налаштовується з'єднання керуючого пристрою і модуля. У керуючого пристрою Bluetooth повинен бути включеним. Після знаходження пристрою, вводиться пароль, відбувається вхід у додаток та обирається потрібний керуючий пристрій. При успішному з'єднанні відбувається світлова ідентифікація – світлодіод на модулі починає блимати із частотою один раз в дві секунди.

Катер тестується на водоймі, потім на його поверхню монтується ехолот та знову тестується на невеликій відстані. Для тестування обрано ехолот Lucky FFW1108-1. Ехолот показує приблизну структуру дна водойми, споряджений сигналізаторами наявності риби. Дана модель ехолоту є компактною та легко розташовується на моделі катера. При використанні ехолот здатний відображати глибину від 0,7 до 40 метрів на дистанції до 70 метрів. Живлення основного блока відбувається від батареї типорозміру AAA в кількості 4 штук, а бездротовий датчик живиться від дискового елемента CR-2032.

До переваг обраної моделі ехолота Lucky FFW1108-1 можна віднести: вагу - 120 г, компактність, захист корпусу ехолота від вологи та відносно високі технічні показники. При використанні ехолотів інших типів потрібно переглянути конструкцію катера щоб уникнути його перевертання на воді та підвищити швидкість переміщення по воді на відстані більше ніж 5-7 м.

Макет катеру з ехолотом Lucky FFW1108-1 на Bluetooth керуванні протестований на відкритій водоймі та налаштований на роботу.

Представлені в даній публікації дослідження, а саме:

- проектування Bluetooth-керованого катера з ехолотом;
- розроблення програм та алгоритмів для спільної роботи окремих модулів (bluetooth-модуль, драйвер двигунів та ін.);
- створення мобільного додатку для взаємодії керуючого пристрою і платформи Arduino UNO є прикладом поєднання кількох технологій в простому пристрої, при цьому зрозумілому і готовому до практичного використання на реальних об'єктах із можливістю сучасного поглибленого навчання студентів комп'ютерних спеціальностей.

Література

1. Kushner D. The Making of Arduino [Електронний ресурс] / David Kushner – Режим доступу до ресурсу: <http://web.eecs.umich.edu/~prabal/teaching/resources/eecs582/kushner11arduino.pdf>. Дата перегляду: 26.03.2021.
2. Блум Д. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 336 с.
3. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. – СПб.: БХВ-Петербург, 2019. – 496 с.
4. Sergeeva O., Lusenko V., Dubovick T., Patalakha M. Development of a Wi-Fi Controlled Mobile Video Device on the Arduino NANO Basis // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – Vol. 105, N. 3(9). – 2020. – Pp. 55-60. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.206558>.
5. Пономаренко В.И., Караваев А.С. Использование платформы Arduino в измерениях и физическом эксперименте // Изв. вузов «ПНД». – Т. 22, № 4. – 2014. – С. 77-89.
6. Morón C., Ferrández D., Saiz P., Vega G., Díaz J. New Prototype of Photovoltaic Solar Tracker Based on Arduino // Energies. – Vol. 10, N9. – 2017. – P. 1298. doi: <https://doi.org/10.3390/en10091298>
7. Sergeeva O.V., Robuck E.A., Pavlenko N.Y., Dubovik T.N. Applications of computer systems based on the Arduino microprocessor system in chemical laboratory // Евразийский Союз Ученых. – Т. 5, №12. – 2019. – С. 34–38.
8. Дубовик Д.Д., Борохович Ю.И. Экспериментальное определение донного рельефа на базе исследований нижнего участка р. Самара // Вестник НТУ «ХПИ», Серия: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПИ». – № 32 (1254). – 2017. – С. 98-103. doi:10.20998/2413-4295.2017.32.16.
9. Дубовик Д.Д. Процесс заиления искусственных водохранилищ – одна из важнейших экологических проблем / Материалы XII международной научно-практической конференции. Научная мысль. (7-15 марта 2016. Польша). – С. 38-40.
10. Shim J., Ko J., Shim J. A Study on Training Courses Development and Analysis for Improving the Creativity using Arduino // Journal of Korea Multi-media Society. – Vol. 17, N4. – 2014. – P.514–525. doi: <https://doi.org/10.9717/kmms.2014.17.4.514>.
11. Кривонос О.М., Кузьменко Є.В., Кузьменко С.В. Огляд та перспективи використання платформи Arduino NANO 3.0 у вищій школі // Інформаційні технології і засоби навчання. – Т.56, № 6. – 2016. – С. 77-87. doi:10.33407/itlt.v56i6.1506.
12. Дубовик Т.М., Кульбердиев Б.А. Розробка Bluetooth-Керованої Машинки З Використанням Arduino Uno / Конференція Materials Of The XV International Scientific And Practical Conference. Випуск Cutting-Edge Science – 26-28 апреля 2019. – С. 28-29.

ВИКОРИСТАННЯ ARDUINO ДЛЯ BLUETOOTH-КЕРОВАНОГО КАТЕРУ З ЕХОЛОТОМ

Дубовик Т. М., Поліщук Ю. В., Дубовик Д. Д.

В публікації показана можливість створення мобільного додатку для взаємодії керуючого пристрою і платформи Arduino для використання при проектуванні Bluetooth-керованого катера з ехолотом. Дана розробка є прикладом по'єднання кількох технологій в простому пристрої, при цьому зрозумілому і готовому до практичного використання на

реальних об'єктах із можливістю сучасного поглибленого навчання студентів комп'ютерних спеціальностей.

Ключові слова: bluetooth-керування, мікроконтролер, ехолот, Arduino, катер, дистанційно керовані пристрої.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ARDUINO ДЛЯ BLUETOOTH-УПРАВЛЯЕМОГО КАТЕРА С ЭХОЛОТОМ

Дубовик Т. М., Поліщук Ю. В., Дубовик Д. Д.

В публикации показана возможность создания мобильного приложения для взаимодействия управляющего устройства и платформы Arduino UNO для использования при проектировании Bluetooth-управляемого катера с эхолотом. Данная разработка является примером соединением нескольких технологий в простом дешевом устройстве, при этом понятном и готовом к практическому использованию на реальных объектах с возможностью современного углубленного обучения студентов компьютерных специальностей.

Ключевые слова: bluetooth-управление, микроконтроллер, эхолот, Arduino, катер, дистанционно управляемые устройства.

USING ARDUINO FOR A BLUETOOTH- CONTROLLED BOAT EQUIPPED WITH SONAR

Dubovyk T. N., Polishchuk Yu. V., Dubovyk D. D.

The possibility of creating a mobile application for interaction between the control device and the Arduino UNO platform for use in designing a Bluetooth-controlled boat with a sonar is shown. The development is an example of a combining of several technologies in a simple low-cost device with clear understandable functions ready for practical use in the real objects with the modern in-depth training of computer science students.

Keywords: Bluetooth control, microcontroller, sonar, Arduino, boat, remotely controlled devices.

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Покришка С. А., Шумова Л. О.

Все більш популярним є створення систем, які здатні вгадувати переваги і потреби користувачів і на основі цього пропонувати відповідні рішення. Такі системи називаються рекомендаційними і забезпечують фільтрацію великої кількості інформації для надання користувачу саме потрібної йому інформації та рекомендації за його вподобаннями. Для формування рекомендацій існує безліч алгоритмів, що базуються на різних підходах, та їх модифікацій, які мають свої переваги і недоліки. Класичними вважаються алгоритми Summary-based (неперсонального відбору), Content-based (моделі засновані на описі товару), Collaborative Filtering (колаборативна фільтрація), Matrix Factorization (методи засновані на матричному розкладанні) та інші [1]. Зазвичай в рекомендаційних системах використовується колаборативна фільтрація.

Метою роботи є дослідження алгоритмів колаборативної фільтрації, їх аналіз та порівняння.

Основні проблеми, з якими стикаються розробники рекомендаційних систем, це впровадження алгоритмів, що забезпечують достатню швидкість виконання завдання, точність одержуваних результатів та прийнятне навантаження на систему. З цим пов'язані проблеми недосконалості алгоритмів: проблема холодного старту, тривіальність рекомендацій, ресурсомісткість обчислень.

В роботі [2] досліджено проблему холодного старту в IPTV системах. Автори порівнюють два алгоритми: singular value decomposition (SVD) та negative matrix factorization (NMF). В роботі [3] представлено дослідження та впровадження алгоритму k-nearest neighbors (KNN). В роботі [4] досліджується SlopeOne алгоритм, який використовується для аналізу різноманітних думок і побажань користувачів та вироблення персональних рекомендацій.

Таким чином актуальним завданням є дослідження алгоритмів формування рекомендацій для їх ефективної реалізації в рекомендаційних системах.

За результатами огляду робіт виділені найбільш поширені алгоритми формування рекомендацій:

1. SVD - класичний та найвідоміший алгоритм надання рекомендацій. Сенс алгоритму в тому, що матриця товарних вподобань (будь-то продукти, фільми чи музика) представляється добутком трьох матриць. Схожість об'єктів згідно з цим алгоритмом обчислюється за формулою (1).

$$\widehat{r}_{ui} = (p_u, q_i), \quad (1)$$

де p_u – вектор факторів товару, q_i – вектор факторів об'єкту.

2. NMF - алгоритм колаборативної фільтрації, заснований на невід'ємній матричній факторизації. Дуже схожий на алгоритм SVD. Коефіцієнт схожості об'єктів розраховуються за формулою (2).

$$\widehat{r}_{ui} = q_i^T p_u, \quad (2)$$

де q_i – фактори товару, p_u – фактори користувача.

3. KNNBasic – базовий алгоритм колаборативної фільтрації. Відомий своєю простотою, але не дуже точно може підбирати рекомендації. Коефіцієнт схожості об'єктів згідно з цим алгоритмом обчислюється за формулою (3).

$$\widehat{r}_{ui} = \frac{\sum_{v \in N_i^k(u)} \text{sim}(u,v) * r_{vi}}{\sum_{v \in N_i^k(u)} \text{sim}(u,v)}, \quad (3)$$

4. SlopeOne також простий та швидкий алгоритм на основі спільної фільтрації (4,5).

$$\widehat{r}_{ui} = \mu_u + \frac{1}{|R_i(u)|} \sum_{j \in R_i(u)} \text{dev}(i, j), \quad (4)$$

де $R_i(u)$ – набір релевантних предметів користувач j та оцінки u .

$$\text{dev}(i, j) = \frac{1}{|U_{ij}|} \sum_{u \in U_{ij}} r_{ui} - r_{uj}, \quad (5)$$

де $\text{dev}(i, j)$ визначається як середня різниця між рейтингами i та j .

Для порівняння алгоритмів, особливо в разі обробки великої кількості даних, зазвичай використовується аналіз часової складності алгоритму. [5]

Для вимірювання якості рекомендацій традиційно алгоритм, навчений на одній вибірці - навчальній, перевіряється на іншій - тестовій. Netflix запропонував вимірювати якість рекомендацій по метриці Root Mean Square Error (RMSE) [6]. RMSE – це показник помилок, обчислюється як корінь з суми квадратів різниць між передбаченим і реальним значенням. Існують і інші метрики, наприклад, середня абсолютна помилка Mean Absolute Error (MAE) – це помилка, яка оцінюється як різниця між прогнозом і реальною оцінкою по модулю та середньоквадратична помилка MSE (Mean Squared Error).

Для визначення ефективності представлених алгоритмів проведено експеримент з використанням набору даних, що містить дані про фільми, користувачів та їх оцінки цих фільмів (рис. 1).

Оцінка ефективності алгоритмів проведена з використанням метрики часу виконання при 100% навантаженню ЦПУ, RMSE та MAE на тестовому наборі даних 100000 рядків, 50000 рядків, 10000 рядків.

Для визначення показників була використана python – бібліотека surprise та сервіс хмарних обчислень google colab. Результати показані в таблицях 1-3.

	userId	movieId	rating	timestamp
11936	75	1580	2.5	1143049592
76359	529	3506	3.0	960052870
29003	212	6874	3.5	1218955230
16919	110	345	2.0	840100921
84454	564	3424	3.0	974832715

Рис. 1. Структура файлу даних

Таблиця 1

Порівняння часу

Метод	Час викон. 100к (сек)	Час викон. 50к (сек)	Час викон. 10к (сек)
SVD	31.04	15.28	3.07
NMF	37.90	19.00	4.30
KNNBasic	10.65	3.48	0.33
SlopeOne	64.62	23.63	4.42

Таблиця 2

Порівняння показника RMSE

Метод	RMSE 100к	RMSE 50к	RMSE 10к
SVD	0.8952	0.9169	1.0007
NMF	0.9485	0.9917	1.1761
KNNBasic	0.9677	1.0117	1.1987
SlopeOne	0.9277	0.9681	1.1597

Таблиця 3

Порівняння показника MAE

Метод	MAE 100к	MAE 50к	MAE 10к
SVD	0.6888	0.7071	0.7874
NMF	0.7295	0.7653	0.9223
KNNBasic	0.7441	0.7788	0.9218
SlopeOne	0.7104	0.7440	0.9080

За результатом проведення експерименту визначено, що найбільш швидким алгоритмом для надання рекомендацій на основі схожих користувачів є базовий алгоритм KNNBasic, що найшвидше визначає рекомендації для користувача, а самим точним виявився SVD.

Література

1. Анатомия рекомендательных систем. URL: <https://habr.com/ru/company/lanit/blog/420499/>. (дата звернення 13.04.2021)
2. Analysis of cold-start recommendations in IPTV systems. Cremonesi, P., & Turrin, R., 2009. doi:10.1145/1639714.1639756
3. Simple time-biased KNN-based recommendations. Proceedings of the Workshop on Context-Aware Movie Recommendation. Campos, P. G., Bellogín, A., Díez, F., & Chavarriaga, J. E., 2010. Doi:/10.1145/1869652.1869655

4. Lemire, D., & Maclachlan, A. (2005). Slope One Predictors for Online Rating-Based Collaborative Filtering / Lemire, D., & Maclachlan, A., 2005. doi:10.1137/1.9781611972757.43
5. Кнут Д. Э. Искусство программирования, том 1 // Основные алгоритмы. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2000. – 720 с.
6. Root-mean-square deviation – Wikipedia URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Root-mean-square_deviation. (дата звернення 12.04.2021)

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Покришка С. А., Шумова Л. О.

Все більш популярним є створення систем, які здатні вгадувати переваги і потреби користувачів і на основі цього пропонувати відповідні рішення. Такі системи називаються рекомендаційними і забезпечують фільтрацію великої кількості інформації для надання користувачу саме потрібної йому інформації та рекомендації за його вподобаннями. Для формування рекомендацій існує безліч алгоритмів, що базуються на різних підходах, та їх модифікацій, які мають свої переваги і недоліки. Зазвичай в рекомендаційних системах використовується колаборативна фільтрація.

Ключові слова: рекомендаційні системи, колаборативна фільтрація, SVD, NMF, KNNBasic, SlopeOne.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ РЕКОМЕНДАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Покришка С. А., Шумова Л. А.

Все более популярным является создание систем, которые способны угадывать предпочтения и потребности пользователей и на основе этого предлагать соответствующие решения. Такие системы называются рекомендательными и обеспечивают фильтрацию большого количества информации для предоставления пользователю именно нужной ему информации и рекомендации по его предпочтениям. Для формирования рекомендаций существует множество алгоритмов, основанных на различных подходах, и их модификациях, которые имеют свои преимущества и недостатки. Обычно в рекомендательных системах используется колаборативная фильтрация.

Ключевые слова: рекомендационные системы, колаборативная фильтрация, SVD, NMF, KNNBasic, SlopeOne.

STUDY OF RECOMMENDATION SYSTEMS ALGORITHMS

Pokryshka S. A., Shumova L. A.

It is more and more popular to create systems that are able to guess the Benefits and consumers of Users and, on the basis of this, offer an appropriate solution. Such systems are called recommendations and provide filtering of a large amount of information to provide the user with the information he needs himself and recommendations for his preferences. For the formation of recommendations, there are many algorithms that are based on different approaches, and their modifications, which have their own advantages and disadvantages. Usually collaborative filtering is used in the recommender system.

Keywords: recommendations systems, collaborative filtering, SVD, NMF, KNNBasic, SlopeOne.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Коверга М. О., Білобородова Т. О.

Медичні зображення є одним з найпотужніших діагностичних інструментів. Область візуалізації медичних зображень стає важливою частиною раннього виявлення, діагностики та лікування різних захворювань, процесу прийняття медичних рішень. Загальною метою дослідження медичних зображень є виділення корисної інформації та її використання в медичній практиці. Ця мета має на увазі ефективну обробку та аналіз зображення для якісного вилучення, кількісної оцінки та інтерпретації цієї інформації для отримання уявлення про фізіологічні процеси тіла людини.

Різноманітність способів отримання медичних зображень обумовлює актуальність дослідження способів удосконалення отримання та обробки цих зображень. Обробка зображень грає вирішальну роль в розвитку методів аналізу та комп'ютерної діагностики, а також в розвитку методів візуалізації, таких як магнітно-резонансна томограма, рентгенографія, кардіотокографія тощо. Обробка зображень, вбудована в більш великі системи і додатки, все більш широко використовується в медицині і має важливий вплив на процес прийняття медичних рішень. Ефективність методів обробки зображень має важливий вплив на продуктивність систем медичної візуалізації та, також, на клініциста, що проводить аналіз доступних даних зображення з метою прийняття рішення щодо діагностики та лікування.

Існують численні джерела помилок або невизначеностей при обробці зображень. Деякі невизначеності пов'язані з процесом отримання зображення. Також, це може бути пов'язано з біологічної мінливістю та фізіологічними особливостями тіла людини, що впливають на якість результату проведеної процедури, приводячи до зменшення контрастності і видимості досліджуваних елементів на медичному зображенні. Невеликі відмінності, які можуть існувати між нормальними і аномальними тканинами, змішуються з шумом і артефактами, що часто ускладнює прямий аналіз отриманих зображень. Це обумовлює актуальність дослідження методів обробки зображень, що покращують візуальну інтерпретацію.

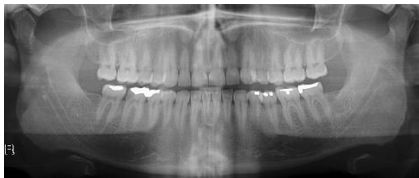
Більшість методів обробки медичних зображень спрямовані на поліпшення зображень для використання людиною-спостерігачем. До них відносять методи видалення шуму, підвищення контрастності і різкості деталей зображення. Деякі методи використовуються в спеціальних модулях обробки, що додаються в систему отримання зображення для придушення шуму, а також для поліпшення інформаційного змісту в створеному зображенні. Ці методи включають більш широкий вибір і, крім методів, вказаних вище, також включають виявлення контурів та сегментацію об'єктів.

Базові фільтри цифрових зображень, такі як усереднення по Гаусу, фільтр по середньому значенню, медіанний фільтр [1], фільтри Лі [2] і дифузійні фільтри [3] є поширеними методами видалення шумів в медичних зображеннях. Варіанти цих фільтрів розроблені для видалення певних типів шуму в різного видах медичної візуалізації [1, 3]. Ці фільтри зазвичай виконують фільтрацію нижніх частот, видаляючи раптові піки і замінюючи передбачувані значення локальним середнім або деякими подібними локальними вимірами. Але ці фільтри викликають зникнення невеликих і менш контрастних поразок разом з шумом, що вплине на їх пряме використання для поліпшення медичних зображень в діагностичних цілях. Цей факт обумовлює необхідність використання комплексних методів обробки медичних зображень. Також, при неправильному використанні методи обробки медичних зображень можуть збільшувати шум при поліпшенні контрасту, усувати дрібні деталі зображення і різкість країв при видаленні шуму, або створювати артефакти зображення в цілому.

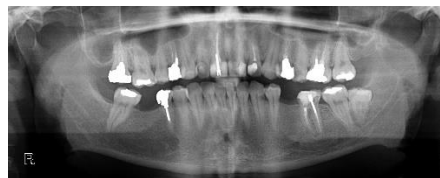
Таким чином, завданням даної роботи визначено дослідження методів обробки медичних зображень для визначення методу або комплексу методів, що ефективно видаляє шуми з зображень та підвищує їх якість.

Для реалізації поставленого завдання проведено експеримент з дослідження методів обробки медичних зображень, а саме рентгенографій зубів, для визначення методу або комплексу методів, що ефективно видаляє шуми з зображень та підвищує їх якість, та дозволяє підготувати зображення для проведення подальшого цифрового аналізу рентгенографій. Реалізовано наступні методи обробки зображень: проста обробка, що включає застосування медіанної фільтрації або фільтрації середнім, та комплексна обробка - медіанна фільтрація з наступним нерізким маскуванням, фільтрація середнім з наступним нерізким маскуванням.

Експеримент з дослідження методів обробки медичних зображень проведено з використанням набору зображень панорамних рентгенографій зубів [4]. Попередня обробка зображень полягає в приведенні всіх зображень до однієї розподільної здатності, що після обробки ставить 955×400 . Приклад вихідних зображень рентгенографій 8 та 22 досліджуваного набору даних представлено на рис. 1.



a

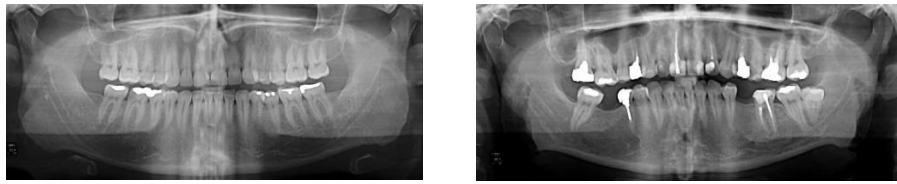


б

Рис. 1. Приклад вихідних досліджуваних зображень:
(*a*) зображення 8 та (*б*) зображення 22

Проведено обробку з застосуванням визначених методів обробки медичних зображень. Реалізовано прості методи обробки зображень. Першим до вихідних

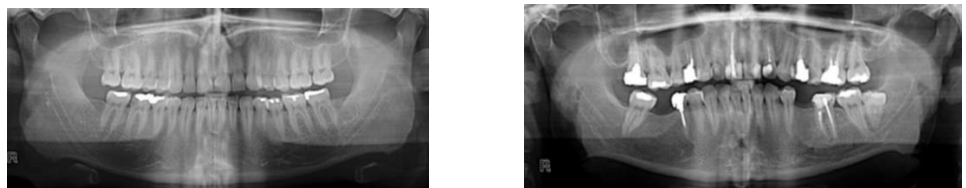
зображень застосовано медіанну фільтрацію. Приклад зображень з застосованою медіанною фільтрацією наведено на рис. 2.



a *б*
Рис. 2. Приклад зображень з застосованою медіанною фільтрацією досліджуваних зображень: (а) зображення 8 та (б) зображення 22

Як це видно з рис. 2, застосування медіанної фільтрації дозволяє видалити шуми з вихідних зображень.

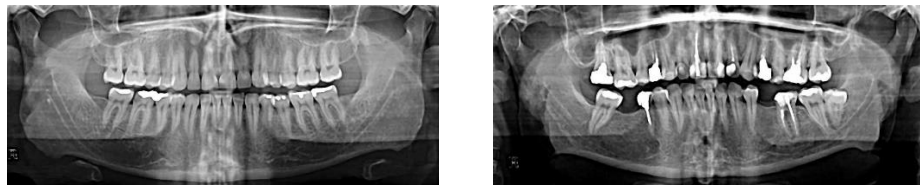
Реалізовано метод фільтрації середнім. Приклад зображень з застосованою медіанною фільтрацією наведено на рис. 3.



a *б*
Рис. 3. Приклад зображень з застосованою фільтрацією середнім досліджуваних зображень: (а) зображення 8 та (б) зображення 22

Застосування фільтрації середнім також направлено на видалення шумів з вихідних зображень.

Реалізовано комплексні методи обробки зображень. До вихідних зображень застосовано метод з використанням медіанної фільтрації з наступним нерізким маскуванням. Нерізде маскуванню застосовується після медіанної фільтрації. Приклад зображень з застосованими медіанною фільтрацією з наступним нерізким маскуванням наведено на рис. 4.



a *б*
Рис. 4. Приклад зображень з застосованими медіанною фільтрацією з наступним нерізким маскуванням: (а) зображення 8 та (б) зображення 22

Як це видно з рис. 4, нерізде маскуванню дозволяє підвищити контрастність зображень після медіанної фільтрації.

Наступним комплексним методом є фільтрація середнім з наступним нерізким маскуванням. Приклад зображень з застосованими фільтрацією середнім з наступним нерізким маскуванням наведено на рис. 5

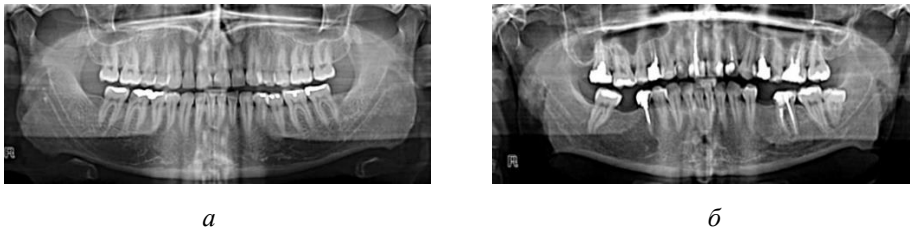


Рис. 5. Приклад зображень з застосованими фільтрацією середнім з наступним нерізким маскуванням: (а) зображення 8 та (б) зображення 22

Для оцінки якості обробки зображення використано критерій співвідношення пікового рівня сигналу до шуму (Peak Signal-to-Noise Ratio (*PSNR*)) [5]. *PSNR* є виразом для відносин між максимально можливим значенням (потужністю) сигналу і потужністю шуму, що впливає на якість його подання. Математичне подання *PSNR* виглядає наступним чином (1).

$$PSNR = 20 \log_{10} \left(\frac{MAX_f}{\sqrt{MSE}} \right), \quad (1)$$

де *MSE* - середньоквадратична помилка, *MAX_f* - максимальне значення сигналу, що існує в висхідному зображенні.

Передбачається, що чим вище *PSNR*, тим краще оброблено висхідне зображення. Основним обмеженням цього критерію є те, що він ґрунтується виключно на числовому порівнянні і фактично не бере до уваги будь-якої рівень біологічних факторів системи зору людини. Критерієм, що дозволяє визначити якість природних зображень без застосування еталонного зображення та визначити якість зображення, що відповідає якості людського сприйняття є Blind/Referenceless Image Spatial Quality Evaluator (*BRISQUE*) [6]. *BRISQUE* спирається на просторову модель статистики природних сцен локально нормованих коефіцієнтів яскравості в просторовій області, а також модель для попарних добутків цих коефіцієнтів. Оцінка якості з використанням *BRISQUE* є результатом якості зображення, чим вище результат оцінки якості, тим гірше якість зображення.

Результати оцінки якості зображень з використанням описаних критеріїв для використаних методів обробки зображень, розраховані як середнє значення для досліджуваного набору медичних зображень, наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз якості обробки зображень

Метод	<i>PSNR</i> , dB	<i>BRISQUE</i>
Медіанна фільтрація	32,824	51,345
Фільтрація середнім	31,423	57,408
Медіанна фільтрація та нерізке маскування	25,324	53,363
Фільтрація середнім та нерізке маскування	25,851	57,512

За результатами табл. 1, нижчий *PSNR* при оцінці якості рентгенографій мають комплексні методи, що включають медіанну фільтрацію з наступним нерізким маскуванням та фільтрацію середнім з наступним нерізким маскуванням, *PSNR* для яких становить 25,324 та 25,851 dB відповідно. Найнижчу якість за критерієм *BRISQUE* має фільтрація середнім з нерізким маскуванням та фільтрація середнім, яка становить 57,512 та 57,408 відповідно. Найвищу оцінку якості рентгенографій за критерієм *PSNR*, що свідчить про ефективність методу обробки зображення, показав метод медіанної фільтрації, при застосуванні якого *PSNR* становить 32,824 dB. Найвищу оцінку якості рентгенографій за критерієм *BRISQUE*, що свідчить про ефективність методу обробки зображення, також показав метод медіанної фільтрації, при застосуванні якого отримано якість зображення 51,345.

Таким чином, вирішено поставлене завдання з дослідження методів обробки медичних зображень, а саме рентгенографій зубів, та визначено найоптимальніший метод ефективного видалення шумів та підвищення якості рентгенографій для використання їх з метою подальшого цифрового аналізу, яким є метод медіанної фільтрації. Подальше дослідження спрямоване на реалізацію цифрового аналізу рентгенографій. Метод медіанної фільтрації буде використано на етапі обробки зображень рентгенографій, що передуватиме подальшому цифровому аналізу рентгенографій.

Література

1. Guan F., Ton P., Ge, S., Zhao, L. Anisotropic diffusion filtering for ultrasound speckle reduction. *Science China Technological Sciences*, 2014. – Vol. 57(3). – p. 607-614.
2. Banerjee S., Chaudhuri S.S., Mehra R., Misra, A. A Survey on Lee Filter and Its Improved Variants. In *Advances in Smart Communication Technology and Information Processing: OPTRONIX 2020*. Springer Singapore, 2021. – p. 371-383.
3. Anoop B.N., Joseph J., Williams J., Jayaraman J.S., Sebastian A.M., Sihota P.,. A prospective case study of high boost, high frequency emphasis and two-way diffusion filters on MR images of glioblastoma multiforme. *Australasian physical & engineering sciences in medicine*, 2018. – Vol. 41(2). –p. 415-427.
4. Abdi A.H., Kasaei S., Mehdizadeh M. Automatic segmentation of mandible in panoramic x-ray. *Journal of Medical Imaging*. – 2015. – №2(4). – p. 044003.
5. Hore A., Ziou, D. Image Quality Metrics: PSNR vs. SSIM. *20th International Conference on Pattern Recognition*, 2010. doi:10.1109/icpr.2010.579.
6. Mittal A., Moorthy A.K., Bovik, A.C. Blind/referenceless image spatial quality evaluator. In *2011 conference record of the forty fifth asilomar conference on signals, systems and computers (ASILOMAR)*. IEEE, 2011. – p. 723-727.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Коверга М. О., Білобородова Т. О.

Завдяки прогресу і досягнень в методах аналізу та комп'ютерної діагностики, область візуалізації медичних зображень стає важливою частиною раннього виявлення, діагностики та лікування різних захворювань. Медичні зображення часто містять різні

шуми, що впливають на ефективність їх аналізу та інтерпретацію. Обробка є важливим етапом в аналізі медичних зображень, і, таким чином, має важливий вплив на процес прийняття медичних рішень. Завданням даної роботи визначено дослідження методів обробки медичних зображень для визначення методу або комплексу методів, що ефективно видаляє шуми з зображень та підвищує їх якість. В результаті проведення експерименту визначено метод ефективного видалення шумів зображень та підвищення їх якості, яким є метод медіанної фільтрації

Ключові слова: обробка медичних зображень, рентгенографія, медіанна фільтрація, фільтрація середнім, нерізде маскування.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Коверга М. А., Белобородова Т. А.

Благодаря прогрессу и достижениям в методах анализа и компьютерной диагностики, область визуализации медицинских изображений становится важной частью раннего выявления, диагностики и лечения различных заболеваний. Медицинские изображения часто содержат различные шумы, влияющие на эффективность их анализа и интерпретации. Обработка является важным этапом в анализе медицинских изображений, и, таким или ном, имеет важное влияние на процесс принятия медицинских решений. Задачей данной работы определены исследования методов обработки медицинских изображений для определения метода или комплекса методов, эффективно удаляет шумы с изображений и повышает их качество. В результате проведения эксперимента определен метод эффективного удаления шумов изображений и повышение их качества, которым является метод медианной фильтрации.

Ключевые слова: обработка медицинских изображений, рентгенография, медианная фильтрация, фильтрация средним, нерезкое маскирование.

RESEARCH ON METHODS OF DIGITAL MEDICAL IMAGES PROCESSING

Koverha M. O., Biloborodova T. O.

According to progress computer vision and computer aided diagnostics, visualization of medical images is becoming an important part of early detection, diagnosis and treatment of various diseases. Medical images often contain various noises that affect the effectiveness of their analysis and interpretation. Processing is an important step in the analysis of medical images, and thus has an important impact on the medical decision-making process. The task of this work is to study the methods of medical image processing. As a result of the experiment, the method of effective noise removal and image quality improving. The median filtering have showed the better image quality assesment.

Keywords: medical images processing, radiography, median filtering, mean filtering, unsharp masking.

РОБОТ-МАШИНКА З РУХАМИ ПО ЛІНІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ARDUINO LEONARDO

Дубовик Т. М., Булава Я. В.

Arduino є популярною апаратною платформою для навчання та створення різних проектів. Це міні-комп'ютер, що дозволяє писати програми, а з їх допомогою управляти різними електронними пристроями, починаючи з світлодіодних конструкцій, закінчуючи робототехнікою. Система має повністю відкриту архітектуру і орієнтована на непрофесійних користувачів.

Програмна частина Arduino складається з інтегрованого програмного середовища (IDE) [7], що дозволяє писати, компілювати програми, а також завантажувати їх в апаратуру.

У даній роботі розглядається система просторового позиціонування щодо лінії – щодо однієї з межі. Як датчики раціональніше використовувати інфрачервоні датчики лінії на увазі їх простоти і відсутності необхідності складної обробки даних. В якості контролера була обрана апаратна платформа Arduino Leonardo. Дана платформа має достатню продуктивність, великий обсяг бібліотек і вбудованих функцій, достатнім для вирішення поставленого завдання.

Розробка таких систем є невід'ємною частиною сучасних робототехнічних змагань, може бути використана також в різних сферах промисловості (перевозка вантажів, сполучення між відділеннями, тощо)

В якості керуючого впливу в більшості випадків використовується різниця ходу коліс, за допомогою якої здійснюється поворот. Рідше в якості керуючого впливу застосовується поворот коліс, але цей спосіб не раціонально застосовувати для системи, яка реалізується в даній роботі, на увазі не ідеальності двигунів. Точність визначається помилкою, якої в даному випадку є відстань до межі лінії. Щоб забезпечити необхідну точність застосовуються різні види регуляторів. У даній роботі застосовуються колекторні двигуни постійного струму, швидкістю яких так само потрібно управляти. Для цих цілей використовується резистивні і імпульсні регулятори. Резистивний регулятор являє собою змінний резистор керований виконавчим механізмом і перетворює надлишкову потужність в тепло. Імпульсний регулятор використовує широтно-імпульсна модуляція, що забезпечує більш високий коефіцієнт корисної дії [6].

Завдання дослідження - вибір компонентів, розроблення схеми системи керування машинки по лініям на платформі Arduino з метою зменшити вартість системи керування; підвищити якість їзди машинки по лініям. При цьому враховували можливість модернізації вузлів схеми для покращення їзди по лініям.

При створенні машинки використовували такі елементи:

- Arduino Leonardo та кабель USB.

- Двоколісна платформа Smart Car Chassis .
- Motor Shield .
- Тройка Shield .
- Пара датчиків лінії .
- Декілька сполучних дротів і болтів і гайок для кріплення датчиків і Arduino Leonardo .
- Кабель живлення від батарейки Крона і сама батарейка .

Arduino Leonardo – це пристрій на основі мікроконтролера ATmega32U4. У його склад входять все необхідне для зручної роботи з мікроконтролером: 20 цифрових входів / виходів (з них 7 можуть використовуватися в якості ШІМ-виходів), 12 аналогових входів, кварцовий резонатор на 16 МГц, роз'єм мікро-USB, роз'єм живлення, роз'єм для внутрисхемного програмування (ICSP) і кнопка скидання. Для початку роботи з приладом досить просто подати живлення від AC / DC-адаптера або батарейки, або підключити його до комп'ютера за допомогою USB-кабелю.

Відмінність Leonardo від всіх попередніх плат полягає в тому, що його USB-контролер вбудований безпосередньо в мікроконтролер ATmega32U4, що виключає необхідність в додатковому процесорі. Завдяки цьому при приєднанні до комп'ютера Leonardo може визначатися не тільки як віртуальний (CDC) COM-порт, але і як звичайна миша або клавіатура.

Motor Shield - плата розширення для Arduino на базі чіпа L293D, яка дозволяє управляти моторами з широким діапазоном напруги 4,5-36 В. Використання Motor Shield дозволяє підключити відразу 2 сервоприводу, 2 крокових двигуна і до 4 двигунів постійного струму (з реверсом напрямку обертання ротора).

Troyka Shield - це плата розширення, яка допомагає підключати велику кількість периферії на зразок датчиків через стандартні трипровідні шлейфи. Це дозволяє не прибїгати до пайки або окремої макетної плати. У центрі плати розташований вільний майданчик з лудженими отворами, куди можна припаяти вивідні компоненти для прототипування пристроїв.

Датчик лінії дозволяє визначати колір поверхні біля нього. Виходом є простий бінарний цифровий сигнал: логічний 0 або 1 залежно від кольору, який він бачить перед собою. Одиниця - чорний або порожнеча, нуль - не чорний.

Основний фотоелемент працює в інфрачервоному спектрі. Додатково на сенсорі встановлений світлодіод [14], який спалахує коли поверхня під датчиком світла. Це зручно для діагностики і налаштування.

Для зв'язку плати Arduino Leonardo надає ряд можливостей для здійснення зв'язку з комп'ютером, ще одним Ардуіно або іншими мікроконтролерами. У ATmega32U4 є приймач UART, що дозволяє здійснювати зв'язок з послідовним інтерфейсів за допомогою цифрових вивід 0 (RX) і 1 (TX). Мікроконтролер 32U4 підтримує послідовну (CDC) зв'язок через USB і при підключенні до комп'ютера може визначатися як віртуальний COM-порт. При цьому мікросхема використовує стандартні USB-COM драйвера і може працювати в режимі USB 2.0 Full Speed. У пакет програмного забезпечення Ардуіно входять спеціальна про-

грама, що дозволяє зчитувати і відправляти на Ардуіно прості текстові дані. При передачі даних комп'ютера через USB на платі будуть блимати світлодіоди RX і TX. (При послідовній передачі даних за допомогою вивід 0 і 1 дані світлодіоди задіюються).

Принцип роботи полягає в тому, що на білому полі чорним кольором нарисувати трек для розроблюваного робота, використовувані датчики лінії видають логічний нуль, коли «бачать» чорне і одиницю, коли «бачать» біле. На прямій робот повинен пропускати трек між сенсорів, тобто обидва сенсори повинні показувати одиницьки. При повороті траєкторії направо, правий сенсор наїжджає на трек і починає показувати логічний нуль. При повороті наліво, нуль показує лівий сенсор.

Схема підключення Motor Shield L293D та двигунів (рис. 1) та схема підключення Тройка Shield та датчиків лінії (рис. 2).

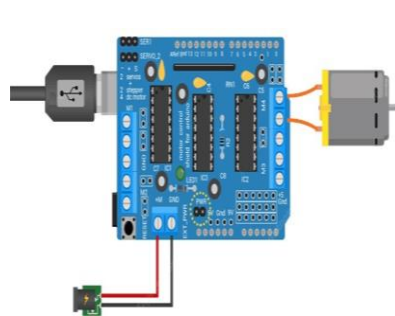


Рис. 1. Схема підключення Motor Shield L293D та двигунів

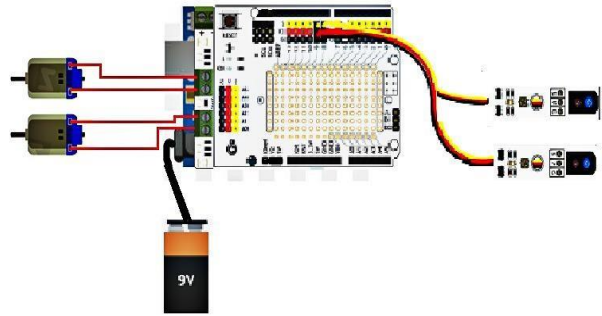


Рис. 2. Приєднання Motor Shield до Тройка Shield і підключаємо датчики лінії

Представлені в даній публікації дослідження, а саме:

- проектування автоматизованого колісного робота, який здатний розпізнавати лінію і коригувати відносно неї свій рух;
- розроблення програми та алгоритмів для керування двигунами машинки;
- схеми підключення модулів між собою.

Дана робота об'єднує в собі кілька технологій в простому пристрої, є зрозумілою для збірки початкового спеціаліста і готовому до використання в будь-якому напрямку.

Література

1. Robot - Line Follower [Електронний ресурс] URL: <http://www.instructables.com/id/Robot-Line-Follower/>
2. Юревич Е.И. «Основы робототехники». - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 416 с.: ил.
3. РЕЛЕЙНЫЙ РЕГУЛЯТОР [Електронний ресурс] URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/polytechnic/7906/РЕЛЕЙНЫЙ>
4. ПИД-регулятор. Общие принципы [Електронний ресурс] URL: <http://www.owen.ru/17029976>

5. ПИД-регулятор. Частные случаи (П, ПД, ПИ) [Электронный ресурс] URL: <http://www.owen.ru/17029976>
6. Электронный регулятор хода [Электронный ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Электронный_регулятор_хода
7. Офіційний сайт Arduino [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.arduino.cc>.
8. Дубовик Т.М., Кульбердиев Б.А. РОЗРОБКА BLUETOOTH КЕРОВАНОЇ МАШИНКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ARDUINO UNO. / MATERIALS OF THE XV INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE, 2019 p. 28-29.
9. Arduino [Электронный ресурс] URL: <http://vrapanik.blogspot.com/2012/08/arduino-thank-you-and-bye-bye.html>
10. Arduino Leonardo URL: <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Leonardo>
11. Плата Arduino Leonardo: описание, схема, подключение и сравнение URL: <https://arduinomaster.ru/platy-arduino/plata-arduino-leonardo-opisanie-shema-podklyuchenie-i-sravnenie/>
12. Arduino Leonardo URL: <https://amperka.ru/product/arduino-leonardo>
13. Коган Л. М. Полупроводниковые светоизлучающие диоды. М., 1983.
14. Плата розширення L293D Motor Shield URL: <https://arduino-kit.ru/product/modul-ra022-motor-shield-na-baze-mikroshem-l293d>

РОБОТ-МАШИНКА З РУХАМИ ПО ЛІНІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ARDRUINO LEONARDO

Дубовик Т. М., Булава Я. В.

В публікації показана можливість створення автоматизованого просторового колісного робота на платформі Arduino. Дана розробка є прикладом декількох технологій в одному роботі та готова до використання та навчання студентів комп'ютерних спеціальностей.

Ключові слова: мікроконтролер, Arduino, просторове позионування, регулятор.

РОБОТ-МАШИНКА С ДВИЖЕНИЯМИ ПО ЛИНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ARDRUINO LEONARDO

Дубовик Т. М., Булава Я. В.

В публикации показана возможность создания автоматизированного пространственного колесного робота на платформе Arduino. Данная разработка является примером нескольких технологий в одной работе и готова к использованию и обучения студентов компьютерных специальностей.

Ключевые слова: микроконтроллер, Arduino, пространственное позионування, регулятор.

ROBOT-MACHINE WITH MOVEMENTS ALONG THE LINE USING ARDRUINO LEONARDO

Dubovik T. M., Bulava Ya. V.

The publication shows the possibility of creating an automated spatial wheel robot on the Arduino platform. This development is an example of several technologies in one work and is ready for use and training of students of computer specialties.

Keywords: microcontroller, Arduino, spatial positioning, controller.

СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ЦИФРОВОГО ПІДПISУ З ВИКОРИСТАННЯМ ГРУПИ ТОЧОК ЕЛІПТИЧНОЇ КРИВОЇ

Рязанцев О. І., Кардашук В. С., Барбарук В. М., Сафонова С. О.

З бурхливим розвитком галузі електронного документообігу, питання захисту та забезпечення достовірності даних та документів, що передаються незахищеними каналами зв'язку, такими як мережа Інтернет, займає чільне місце серед досліджень, що проводяться в даній галузі. Розроблений в даній роботі модифікований метод багатократного скалярного множення точок еліптичної кривої на число має особливу цінність в контексті зменшення часу на перевірку електронно-цифрового підпису, що в свою чергу впливає на загальну швидкодію алгоритму [1].

Актуальність теми підтверджується тим, що на сьогоднішній день галузь шифрування та захисту інформації відіграє важливу роль в царині інформатики. Це зумовлено масштабним використанням автоматизованих методів обробки та передачі даних та широким розповсюдженням методів та засобів несанкціонованого доступу до інформації, що пересилається по незахищеними каналами зв'язку.

Однією з галузей застосування методів електронно-цифрового підпису, що має практичний інтерес та потенціал до адаптації запропонованих в межах даної роботи розробок є сфера державного електронного документообігу.

Основна проблема існуючого стану речей в даній сфері полягає в низькому ступені проникнення алгоритмів, заснованих на еліптичній криптографії в сфері державного управління. Одним з яскравих представників сімейства криптографічних алгоритмів з використанням еліптичних кривих є ЕЦП (електронного цифрового підпису) ECDSA (Elliptic Curve Digital Signature Algorithm – алгоритм з відкритим ключем для створення цифрового підпису на основі еліптичних кривих) [2].

На даний час, державні стандарти використання еліптичної криптографії хоч і існують, але поки що не набули широкого використання на рівні державних структур, адже основні операції електронно-цифрового підпису, як наприклад, використання ЕЦП в регуляції діяльності фізичних осіб підприємців Державною Фіскальною Службою України засноване на використанні алгоритму RSA (аббревіатура від прізвищ Rivest, Shamir та Adleman — криптографічний алгоритм з відкритим ключем), що має значно нижчі показники швидкодії у порівнянні з алгоритмом ECDSA. Виходячи з вищеописаної інформації, можна виділити ряд конкретних недоліків притаманних ЕЦП на основі алгоритму RSA.

По-перше, це низька криптостійкість ЕЦП з визначеною довжиною в порівнянні з підписом аналогічного розміру з використанням алгоритму ECDSA. Це

означає, що підпис виконаний з використанням принципів еліптичної криптографії мав би набагато вищу криптостійкість.

По-друге, нижча швидкодія алгоритму RSA в порівнянні із запропонованим модифікованим алгоритмом ECDSA означає, що за певний виділений проміжок часу, розробник документів може виконати меншу кількість операцій, що призводить до уповільнення процесу загалом.

По-третє, навіть припускаючи використання алгоритму ECDSA з існуючими методами багатократного скалярного множення точок еліптичної кривої на число, необхідний великий об'єм пам'яті для зберігання масиву передобчислених значень. Виходячи з цього, існує нагальна потреба скорочення об'ємів апаратних ресурсів, що використовуються в процесі електронно-цифрового підпису.

В сучасному світі важливість захисту інформації має надзвичайно важливу роль. З розвитком інформаційних технологій, кількість даних, що використовуються в процесі людської діяльності нестримно зростає. Даний процес веде до збільшення ризиків, пов'язаних з витоками чутливої інформації та використання її третьою стороною в шкідливих цілях. В даному контексті слід згадати процес інформатизації сфер діяльності, що оперують персональними даними такими як: біометричні дані, банківські реквізити, відомості що відносяться до сфери приватного життя тощо. Також ілюстрацією даної проблематики, що говорить сама за себе, є проблема засвідчення оригінальності, незмінності та приватності даних, що передаються через відкриті канали такі як мережа Інтернет.

Існує безліч підходів, що дозволяють реалізувати механізм ЕЦП. В межах даної роботи особлива увага приділяється методам, заснованим на теоріях алгебраїчної геометрії, зокрема теорії еліптичних кривих.

Використання еліптичних кривих для створення криптосистем було незалежно запропоновано Нілом Коблицем та Віктором Міллером ще у 1985 році. Ключова перевага даної методології ґрунтується на двох основних особливостях точок еліптичної кривої: розподіл результату додавання точок еліптичної кривої є у великій мірі рівномірним, тобто покриває всю область значень даної кривої; наслідком цієї особливості є проблема дискретного логарифмування для еліптичних кривих (ECDLP). Ці особливості обумовлюють високу криптографічну стійкість систем з використанням еліптичних кривих.

Слід відмітити, що ще у 2002 році прийнято ДСТУ 4145-2002 «Криптографічний захист інформації. Цифровий підпис, що ґрунтується на еліптичних кривих».

Проблему передачі деякої конфіденційної інформації адресату можна вирішити багатьма способами, проте найбільш часто використовуваними в наш час є так звані асиметричні криптосистеми. Низка провідних досліджень показує, що серед асиметричних криптосистем, або криптосистем з відкритим ключем найбільш стабільною є криптосистема з використанням еліптичних кривих. Дані криптосистеми для забезпечення достатньої криптографічної стійкості потребують довжини ключа в кілька разів меншу за ту, що необхідна для криптосистем на основі математичних операцій в скінченних полях.

При застосуванні криптографічних алгоритмів з використанням еліптичних кривих дуже важливим чинником є час їхньої роботи. Експериментальні дослідження показують, що найбільш ресурсо- та часовитратними є операції, що виконуються безпосередньо з точками еліптичної кривої, зокрема для алгоритму ECDSA найбільш ресурсовитратною є операція багатократного скалярного множення точок еліптичної кривої на число. Створений в рамках даної роботи програмний комплекс є продовженням дослідження способів та методів оптимізації даного обчислення (рис. 1) [3].

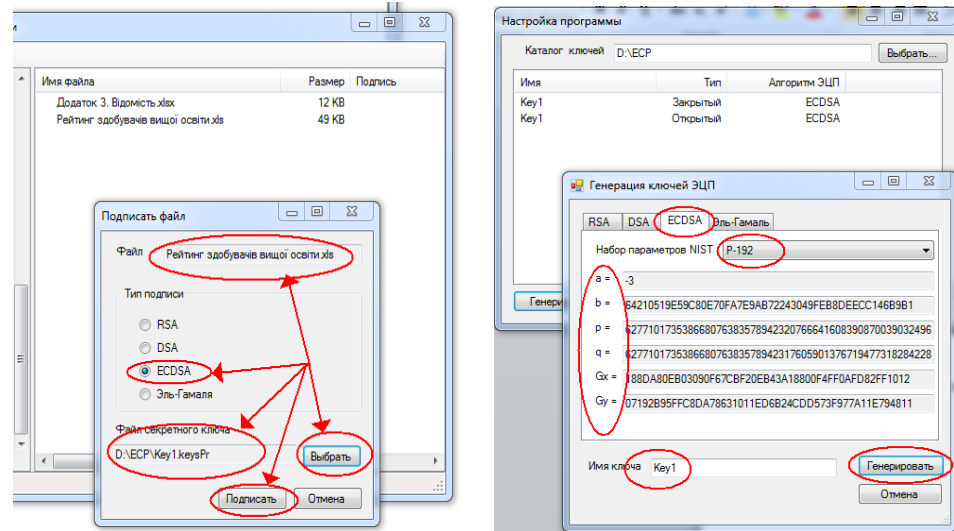


Рис. 1. Вибір алгоритму та параметрів ECDSA для підпису

Вибір параметрів підпису здійснюється згідно рекомендацій Національного інституту стандартів і технологій США (NIST). NIST рекомендує 15 еліптичних кривих, багато з яких були отримані Jerry Solinas (NSA) на базі напрацювань Neal Koblitz.

Зокрема, FIPS 186-3 (Federal Information Processing Standards) рекомендує 10 кінцевих полів, що мають довжину 192, 224, 256, 384 або 521 біт.

Параметр NIST у програмі, згідно рекомендацій, може приймати значення 192 (за замовчуванням), 224, 256, 384 або 521 біт.

Підходи, що використовувались на стадії проектування програмного комплексу для дослідження та оптимізації методу багатократного скалярного множення точки еліптичної кривої на число, а саме, використання шаблону для інкапсуляції обробки виключних ситуацій, пов'язаних з колізіями точки на нескінченності, шаблону для реалізації неявного виклику на створення непублічних субкласів, шаблону для інкапсуляції різноманітних методів оптимізації багатократного скалярного множення точки еліптичної кривої на число тощо, дозволили виконати архітектуру програмного комплексу з дотриманням кращих

стандартів об'єктно-орієнтованого проектування, а саме принципів SOLID та інших [4].

Література

1. Кардашук В.С., Сандулов В.Ю. Створення електронного цифрового підпису з використанням групи точок еліптичної кривої / Матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції “Електроніка та телекомунікації” (8-9 листопада 2019 р.). – Северодонецьк. – С. 146-148.
2. Кардашук В.С., Сандулов В.Ю. Сучасний підхід до формування криптосистем на базі еліптичних кривих / Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Майбутній науковець-2019» (12 грудня 2019 р.). – Северодонецьк. – С. 182-184.
3. Кардашук В.С., Сідельников В.В. Програмні засоби створення цифрового електронного підпису / ІТ-Ідея – 2020: збірник науково-практичних праць. – Северодонецьк: Вид-во Східноукр. ун-ту ім. В. Даля, 2020. – С. 41–44.
4. SOLID — принципы объектно-ориентированного программирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://web-creator.ru/articles/solid> (дата звернення 25.03.2021).

СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ЦИФРОВОГО ПІДПISУ З ВИКОРИСТАННЯМ ГРУПИ ТОЧОК ЕЛІПТИЧНОЇ КРИВОЇ

Рязанцев О. І., Кардашук В. С., Барбарук В. М., Сафонова С. О.

Розвиток інформаційних технологій призвів до виникнення методів криптографічного перетворення інформації, заснованого на еліптичних кривих. Криптографічним алгоритмом, що стандартно використовується для методів шифрування відкритими ключами є RSA. Хоча RSA має високу міру захисту і широко застосовується, його застосування пов'язане з деякими проблемами та питанням криптостійкості при сучасному розвитку технологій. Альтернативна технологія криптографії на еліптичних кривих, заснована на математичному методі використання функції еліптичних кривих, дає істотні переваги перед RSA.

Ключові слова: асиметрична криптографія, еліптична крива, цифровий підпис, ECDSA, програмний комплекс.

СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРУППЫ ТОЧЕК ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ КРИВОЙ

Рязанцев А. И., Кардашук В. С., Барбарук В. Н., Сафонова С. А.

Развитие информационных технологий привело к возникновению методов криптографического преобразования информации, основанного на эллиптических кривых. Криптографическим алгоритмом, стандартно используемым для методов шифрования открытыми ключами, является RSA. Хотя RSA имеет высокую степень защиты и широко применяется, его применение связано с некоторыми проблемами и вопросами криптостойкости при современном развитии технологий. Альтернативная технология криптографии на эллиптических кривых, основанная на математическом методе использования функции эллиптических кривых, дает существенные преимущества перед RSA.

Ключевые слова: асимметричная криптография, эллиптическая кривая, цифровая подпись, ECDSA, программный комплекс.

CREATION OF AN ELECTRONIC DIGITAL SIGNATURE USING A GROUP OF ELLIPTICAL CURVE POINTS

Ryazantsev O. I., Kardashuk V. S., Barbaruk V. M., Safonova S. O.

The development of information technology has led to the emergence of methods of cryptographic information transformation based on elliptic curves. The cryptographic algorithm commonly used for public key encryption methods is RSA. Although RSA has a high degree of protection and is widely used, its use is associated with some problems and issues of cryptographic strength in the modern development of technology. An alternative elliptic curve cryptography technology based on the mathematical method of using the elliptic curve function offers significant advantages over RSA.

Keywords: asymmetric cryptography, elliptic curve, digital signature, ECDSA, software package.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ОПТИЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

Хорошун Г. М.

Створення інформаційної технології підтримки прийняття рішень для оптичного та візуально-оптичного контролю в лабораторії забезпечить не тільки високу швидкість та надійність отримання, обробки, зберігання та передачі даних, а й інформацію для підвищення ефективності функціонування оптичної лабораторії. Першим кроком для її реалізації є побудова автоматизованої вимірювальної інформаційної оптичної системи (АВІОС) [1], розробці якої присвячені дослідження останніх років [2].

Актуальність створення ІТ в галузі оптичної метрології зумовлена двома причинами. По-перше європейська інтеграція України ініціювала перехід законодавства України в сфері технічного регулювання від засад по-об'єктового підходу до інтегрованого. Такий перехід вимагає необхідність створення нових потужних інформаційно-аналітичних систем що спираються на єдиний інформаційний простір збору, обробки та аналізу даних. По-друге, методи обробки, зберігання та передачі даних мають відповідати сучасним вимогам до організації даних та мають ґрунтуватися на засадах запровадження інтегрованої системи менеджменту якості за принципами використання найкращих з доступних технологій та методів керування (best available techniques – ВАТ).

Основним змістом оптичної метрології є вимірювання і контроль конструктивних параметрів оптичних елементів і систем, а також вимір фізичних та хімічних характеристик досліджуваних об'єктів за допомогою оптичних методів.

В якості системи [3] розглядається оптична лабораторія, метою діяльності якої є проведення результативних, ефективних та надійних фізичних та чисельних експериментів в галузі оптичної метрології на рівні міжнародного визнання за певний проміжок часу. Головні елементи системи це люди, матеріали, комп'ютери, комп'ютерні мережі, інформаційне й програмне забезпечення та приміщення. Управління оптичною лабораторією це процес спостереження за системою та вироблення керуючих впливів, які просувають систему до зазначеної вище мети. Для цього використовуються канали прямого зв'язку, що передають вхідну інформацію для керованої системи та зворотного зв'язку крізь який надсилається вихідна інформація про стан керованої системи та про виконання ухвалених рішень.

Збір даних щодо інформаційних ресурсів та інформаційних процесів в АВІОС здійснюється стандартними методами збору інформації: аналіз документів, спостереження, опитування, експертні оцінки, статистичні дані, чисельний та фізичний експеримент. Збір відбувається на всіх рівнях управління та виконання: операційному, знань, тактичному, стратегічному (табл. 1).

Завдання, які вирішуються в лабораторії на різних організаційних рівнях

Організаційний рівень	Функціональна область - лабораторія	Відповідальна особа
Операційний (експлуатаційний)	Проведення розрахунків та вимірювань	Програміст, виконавець експерименту, оператор ПК
Знать	Аналіз теоретичних та експериментальних даних, їх внесення до баз даних та баз знань, підготовка звітів	Аналітик-теоретик, аналітик-експериментатор
Тактичний (рівень менеджменту)	Ухвалення рішень про взяття завдання до роботи, розподіл ресурсів, затвердження звітів з результатами роботи	Менеджер
Стратегічний	Ухвалення рішень про розміщення лабораторії, напряму й обсягу робіт, що в ній проводяться	Керівник

Наступною важливою функцією АВІОС є аналіз даних, який відбувається для досягнення мети з якою вони були зібрані з використанням інструментів придатних до аналізу певного типу даних. Для отримання інформації використовується якісний та кількісний аналіз даних, що описані на схемі рис. 1.

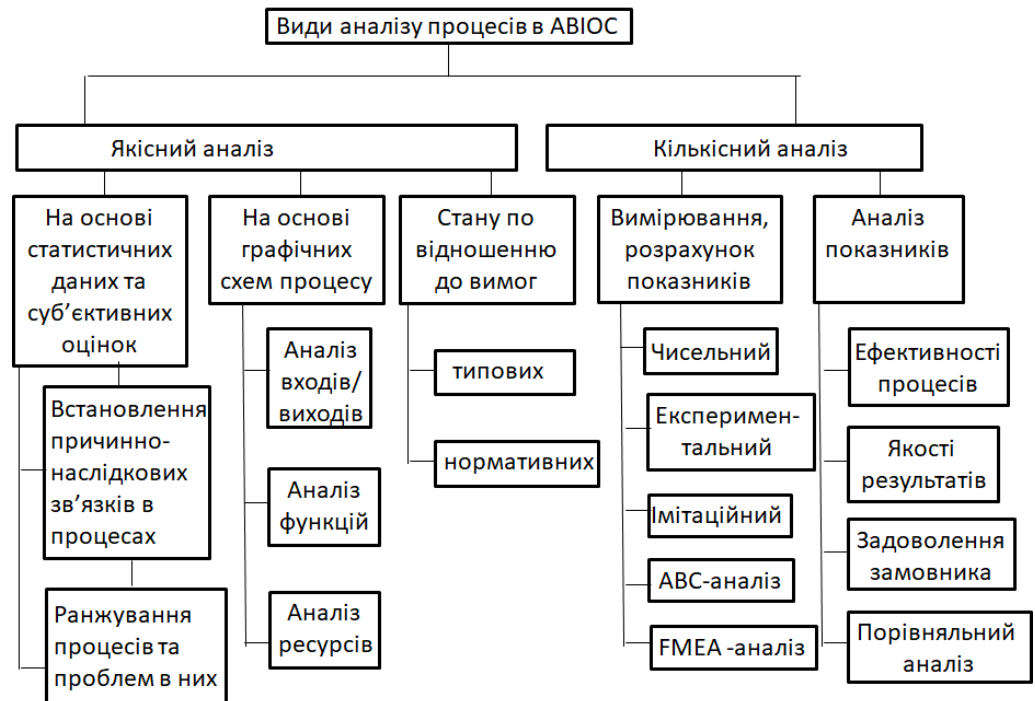


Рис. 1. Схема видів аналізу процесів в АВІОС

Отриману інформацію з даних необхідно зберігати та забезпечувати її пошук. Ця функція забезпечується використанням створених моделей даних, баз даних та баз знань. Вітрини бази даних та бази знань розташовані в сховищі даних та мають вигляд багатовимірних кубів. Реалізовані можливості пошуку та аналізу даних в сховищі даних по ключових словах, що є показниками досліджуваних процесів та явищ.

Захист інформації відбувається стандартними програмними методами з використанням символічних паролів, автентифікації особи за біометричними параметрами та надання прав доступу до інформації особам, що мають на це підстави згідно з посадовими обов'язками.

Передача інформації в системі відбувається, як особисто між людьми, так і завдяки використанню мобільних систем зв'язку та комп'ютерних мереж. Великі об'єми даних у вигляді теоретичних та експериментальних зображень зберігаються на Google disk. Для спільної роботи над текстовими документами, електронними таблицями, презентаціями та кресленнями використовуються відповідні розробки гугл.

Реалізована Asp.NET Core технологія Internet of things за допомогою веб-сервісу створеного з використанням. Сервіс реєструє час запису відео та параметри рухомих об'єктів на ньому. Автоматично на сайті формуються звіти для клієнту в html форматі. Червоним кольором відзначаються виникнення критичних подій. Інформація щодо налаштування камери та звіти зберігаються на MsSql сервері.

Використання вищенаведеної АВІОС дозволило розробити інформаційну технологію підтримки прийняття рішень для задач з оптичної метрології з використанням експертних систем побудованих на базі визначених запитань та методу Байеса, що дозволяють надати інформаційну підтримку щодо прийняття рішення при розв'язанні таких завдань:

- обрати задачу для виконання, яка відповідає стратегічному напрямку лабораторії та наявних ресурсів,
- оцінити теоретичне зображення,
- оцінити експериментальне зображення,
- обрати каліброване зображення,
- сформувані висновки стосовно результату роботи згідно аналізу подібності зображень.

Література

1. Згуровский М.З., Коваленко І.І., Михайленко В.М. Вступ до комп'ютерних інформаційних технологій: навч. посібник. – К.: Вид-во Європейського ун-ту, 2002. – 265 с.
2. Хорошун Г.М., Модель надання послуги з використання оптичної лабораторії в умовах індивідуальних потреб замовника // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля . – 8 (256). – 2019 . – С. 118-122.
3. Ушакова І. О., Плеханова Г. О. Інформаційні системи та технології на підприємстві: конспект лекцій. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2009. – 128 с.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ОПТИЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

Хорошун Г. М.

Створено інформаційну технологію підтримки прийняття рішень в оптичній лабораторії, яка забезпечує високу швидкість та надійність отримання, обробки, зберігання та передачі даних, а також отримання інформації для підвищення ефективності внутрішнього та зовнішнього функціонування оптичної лабораторії. Інформаційна технологія побудована з використанням автоматизованої вимірювальної інформаційної оптичної системи та різних методів аналізу інформації.

Ключові слова: інформаційна технологія підтримки прийняття рішень, оптична лабораторія.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОПТИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Хорошун А. Н.

Создана информационная технология поддержки принятия решений в оптической лаборатории, которая обеспечивает высокую скорость и надежность получения, обработки, хранения и передачи данных, а также получения информации для повышения эффективности внутреннего и внешнего функционирования оптической лаборатории. Информационная технология построена с использованием автоматизированной измерительной информационной оптической системы и различных методов анализа информации.

Ключевые слова: информационная технология поддержки принятия решений, оптическая лаборатория.

INFORMATION TECHNOLOGY OF DECISION MAKING SUPPORT IN THE OPTICAL LABORATORY

Khoroshun G. M.

The information technology of decision support in the optical laboratory is created, which provides high speed and reliability of receiving, processing, storage and data transmission, as well as obtaining information to increase the efficiency of internal and external operation of the optical laboratory. Information technology is built using an automated measuring information optical system and various methods of information analysis.

Keywords: information technology of decision support, optical laboratory.

БАЗИ ДАНИХ ТА БАЗИ ЗНАНЬ ОПТИЧНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ

**Хорошун Г. М., Хмельницький Д. Б., Рязанцев А. О.,
Сафонова С. О., Барбарук Л. В.**

Створення і поширення нових знань є одним з напрямів економічного та соціального розвитку суспільства. В сучасних умовах актуальним є питання формування належного інформаційного забезпечення будь-якого науково-дослідного або виробничого процесу. Великий математик ХІХ ст. Пафнутій Чебишев зауважив: «Теорія без практики мертва і безплідна, практика без теорії безкорисна і пагубна». Поєднання теорії і практики можна спостерігати на підприємствах, в установах та організаціях різного призначення. Простим прикладом установи є лабораторія, в якому з одного боку є колектив людей, які мають знання та досвід роботи в певній галузі, а з іншого боку спеціальне обладнання та устаткування для проведення наукових досліджень, навчальних робіт, випробувань та контрольних вимірювань. Лабораторія може бути окремою установою, а може бути частиною в структурі університету чи інституту. Лабораторія, в процесі свого функціонування споживає такі ресурси: трудові, фінансові, матеріальні, нематеріальні, інформаційні.

Інформаційні ресурси – сукупність внутрішньої і зовнішньої інформації, яка необхідна керівництву лабораторії та її співробітникам для досягнення поставленої мети й очікуваних результатів. Класифікація інформаційних ресурсів лабораторії за джерелом виникнення показана на рис. 1а. Структура глобальних інформаційних ресурсів лабораторії представлена на рис. 1б. Науково-технічна, спеціальна, ділова та споживча інформація відображається різними типами даних, як то текстові, просторові, темпоральні, мультимедійні, процедурні. Розмістити їх в єдиній базі даних не є можливим, тому для їх зберігання пропонується використовувати простір даних [1]. Простір даних – це множина баз даних, сховищ даних, локальних сховищ та індексів, статичних Web-сторінок, графічних матеріалів, засобів інтеграції, пошуку та опрацювання інформації. Для керування даними використовують платформу підтримки просторів даних (Data Space Support Platforms, DSSP). В лабораторії є певний напрям досліджень за яким формується предметно орієнтований, інтегрований, незмінний набір даних для сховища даних.

Розглянемо зберігання науково-технічної інформації в базах даних та базах знань з предметної області «Оптична лабораторія». Збір і змістовний аналіз апріорної інформації про предметну область і прикладні задачі користувачів здійснювався завдяки оцінкам експертів та статистичним даним.

Нові документовані зовнішні та внутрішні відомості про досягнення науки, техніки та виробництва з обраного напрямку, які розміщуються в патентах, монографіях, статтях та тезах конференцій заносяться в простір даних. Потім від-

бираються дані, що є наразі актуальними для виконання певного завдання і зберігаються в сховищі даних у вигляді баз даних та баз знань. Внутрішні оперативні дані також оброблюються і вибіркова інформація заноситься в сховище даних.

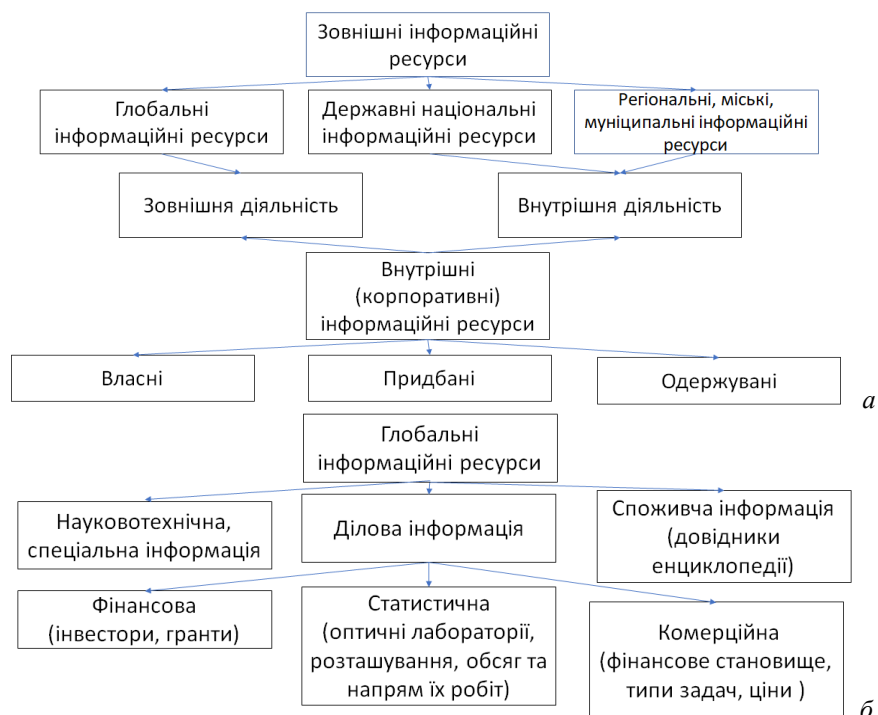


Рис. 1. *a* – Класифікація інформаційних ресурсів лабораторії;
б – розподіл глобальних інформаційних ресурсів на види інформації

Інформаційні моделі бази даних та бази знань створені з використанням уніфікованої мови моделювання UML, а саме діаграми класів. Реалізація цієї моделі виконана з використанням реляційної системи управління базами даних Access.

Система керування базами даних дозволяє: додавати нову інформацію в бази з урахуванням DOI; змінювати інформацію, що вже знаходиться в базі; видаляти інформацію з БД і переносити в БЗ, якщо рішення виявилось невірним; упорядковувати і переглядати дані різними способами; здійснювати пошук по ключовим словам та параметрам; обмінюватися даними з іншими групами через пересилання експортованих даних в Excel, що наразі є більш розповсюдженою програмою.

Приклад бази знань з експерименту, наведено на рис. 2. Перша цифра номеру задачі відповідає виду задачі, що розв'язується в оптичному контролі, а саме дифракція. Друга цифра відповідає її порядковому номеру в списку обраних важливих задач з дифракції. Код doi допомагає з легкістю знайти статтю в Інте-

рнеті та швидко зробити статейний список літератури для публікації. Тип задачі та її складність обирається згідно з методики, розробленої в роботі [2]. Такі атрибути, як Начальні умови, Зображення, Назва схеми експерименту, Детальний опис схеми, Результат, Рекомендації, Невідповідності копіюються з літературного джерела. МППР з оцінки результату базується на експертній системі, розробленої підбором ключових запитань з оцінкою результату за методом Баєса.


БЗ з Експерименту	
Номер задачі	1.1 Додати запис
Код	https://doi.org/10.1134/1.568297 Друк запису
Тип зачачі	оптична, дифракція, експериментальна, фундаментальна, проста, текстова (1), числова (2), графічна (3) Перший запис
Складність	проста Останній запис
Начальні умови	дифракція пучка LG01 на непрозорому прямолінійному екрані Наступний запис
Зображення	 Попередній запис
Назва схеми експерименту	стандартна дифракційна схема, інтерферометра Маха-Цендера з референтною гладкою хвилею Закрити форму
Детальний опис схеми	лазерний кумерівський пучок з аксіальним ОВ заряду +1, прямолінійний екран, що перетинає більшу половину пучка, камера для з'йомки. Підтверджено формування ОВ за розгалуженням смуги в інтерференційній картині
Результат	спостерігається регенерація пучка на певній відстані від екрану, що залежить від характеристик пучка та величини перекриття числовий: При перекритті пучка на 1.1 від радіусу пучка, регенерація ОВ відбувається на відстані 0.9 довжин Релея в області тіні. графічний: розгалуження смуг на інтерферограмі в області утворення
Рекомендації	перекриття 0,1 го, існує ліміт до перекриття пучка в залежності від його радіуса кривини
Невідповідності	відсутні
МППР з оцінки результату	подібність за геометричними показниками висока, тому результат збігу теорії та експерименту є прийнятним.

Рис. 2. Сторінка в базі знань з експерименту, проведеного в оптичній лабораторії

Література

1. Простори даних - нова абстракція керування даними // Журнал «Інформаційні технології. Аналітичні матеріали» (<https://it.ridne.net/node/303>) дата звернення 19.04.2021
2. Хорошун Г.М. Метод класифікації задач оптики та лазерної фізики, // Відкриті інформаційні та комп'ютерні інтегровані технології. Харків, 2021. прийнято до друку.

БАЗИ ДАНИХ ТА БАЗИ ЗНАТЬ ОПТИЧНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ

Хорошун Г.М., Хмельницький Д. Б., Рязанцев А.О., Сафонова С.О., Барбарук Л.В.

Показана структура глобальних інформаційних ресурсів лабораторії. Обговорено розміщення даних за тематикою в просторі даних, за напрямом досліджень в сховищі даних. Розглянуто зберігання науково-технічної інформації в базах даних та базах знань з предметної області «Оптична лабораторія». Інформаційні моделі бази даних та бази знань створені з використанням уніфікованої мови моделювання UML, а саме діаграми класів. Реалізована база даних та база знань з оптичних та візуально-оптичних задач з використанням реляційної системи управління базами даних Access.

Ключові слова: база даних, база знань, оптична лабораторія.

БАЗЫ ДАННЫХ И БАЗЫ ЗНАНИЙ ОПТИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Хорошун А.Н., Хмельницкий Д.Б., Рязанцев А.А., Сафонова С.А., Барбарук Л.В.

Показана структура глобальных информационных ресурсов лаборатории. Обсуждено размещение данных по тематике в пространстве данных, по направлению исследований в хранилище данных. Рассмотрены хранения научно-технической информации в базах данных и базах знаний предметной области «Оптическая лаборатория». Информационные модели базы данных и базы знаний созданные с использованием унифицированного языка моделирования UML, а именно диаграммы классов. Реализована база данных и база знаний для оптических и визуально-оптических задач с использованием реляционной системы управления базами данных Access.

Ключевые слова: база данных, база знаний, оптическая лаборатория.

DATABASES AND KNOWLEDGE DATABASES OF THE OPTICAL LABORATORY

Khoroshun G.M., Khmelniitskiy D.B., Riazantsev A.O., Safonova S.A., Barbaruk L.V.

The structure of the laboratory's global information resources is shown. Discussed the placement of data on topics in the data space, in the direction of research in the data warehouse. The storage of scientific and technical information in databases and knowledge bases of the «Optical laboratory» subject area is considered. Database information models and knowledge bases created using the unified modelling language UML, namely class diagrams. A database and a knowledge base of optical and visual-optical tasks have been implemented using the Access database management system.

Keywords: database, knowledge base, optical laboratory.

УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТОМ «ОПТИЧНА ЛАБОРАТОРІЯ» ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ GANTTPROJECT

Хорошун Г. М., Сітченко О. В., Рязанцев О. І., Барбарук В. М.

Проект організації діяльності оптичної лабораторії є актуальним та недостатньо досліджуваним видом наукової та виробничої діяльності. Лабораторія - це установа або відділ установи, що веде експериментальну науково-дослідну роботу, а також приміщення, обладнане для проведення наукових та технічних дослідів. В Україні існують державні та приватні лабораторії. Науково-дослідні лабораторії, як правило, створюються в університетах МОН та інститутах НАН, випробувальні лабораторії утворюються на підприємствах. Задачі, які розв'язуються в оптичних лабораторіях, можуть бути класифіковані як оптичні та візуально оптичні. Задачі відрізняються також за складністю, методом розв'язку та способом надання результату. Результатом в більшості оптичних задач є зображення, які розраховуються теоретично та отримуються експериментально. Рекомендованими способами оцінки технічної компетентності та достовірності результатів випробувальної лабораторії є її участь у раундах міжлабораторних порівняльних випробувань [1] та порівняльний аналіз з каліброваним зображенням, отриманого за тими самими початковими умовами.

В оптичній лабораторії здійснюється вимірювання фізичних величин, визначення хімічного складу речовини, фізико-хімічних та фізико-механічних властивостей та показників речовин, матеріалів і продукції за допомогою оптичних методів і оптичних приладів. Технічна компетентність лабораторії характеризується багатьма чинниками, серед яких в даній роботі особливу увагу буде приділено управлінню лабораторією; персоналом лабораторії; матеріалами та обладнанням.

Існують різні методи внутрішнього та зовнішнього аудиту лабораторій [2]. Для забезпечення відповідності належного рівня використання ІТ-технологій в оптичній лабораторії необхідно використовувати програмне забезпечення, яке дозволяє відстежувати діяльність лабораторії в цілому, навантаженість її співробітників та зайнятість обладнання у певний проміжок часу. Вибір програмного забезпечення базується на наступних вимогах: просте, безкоштовне, задовольняє основним вимогам автоматизації процесу управління оптичною лабораторією.

Розглянемо можливість управління проектом «Оптична лабораторія» за допомогою програмного забезпечення GanttProject [3] - безкоштовної програми українського виробника. Воно відповідає висунутим вимогам та надає можливість контролювати людські, технічні та фінансові ресурси під час виконання діяльності оптичної лабораторії. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, простота у використанні дозволяють зменшити час на навчання персоналу; можливість експорту та імпорту даних з Excel дає можливість використовувати попередні здобут-

ки. Постійне оновлення продукту також є важливим критерієм для його вибору. Перевіримо функціональні можливості програмного забезпечення для поточних завдань оптичної лабораторії та контролю людських, технічних та фінансових ресурсів.

Основні завдання, що мають бути вирішені в проекті: розподіл задачі на окремі завдання, планування та контроль виконання робіт, побудова діаграми Ганта та PERT діаграми, розподіл та зайнятість людських, технічних та фінансових ресурсів.

Побудуємо діаграму Ганта (рис. 1), для цього визначимо наявні обмеження по календарному графіку робочих днів (вихідні, свята, інше), поділимо запланований проект на окремі завдання, відмітимо зв'язок між завданнями та, вказуючи плановану тривалість завдань і дату початку першого завдання, розрахуємо діаграму Ганта.

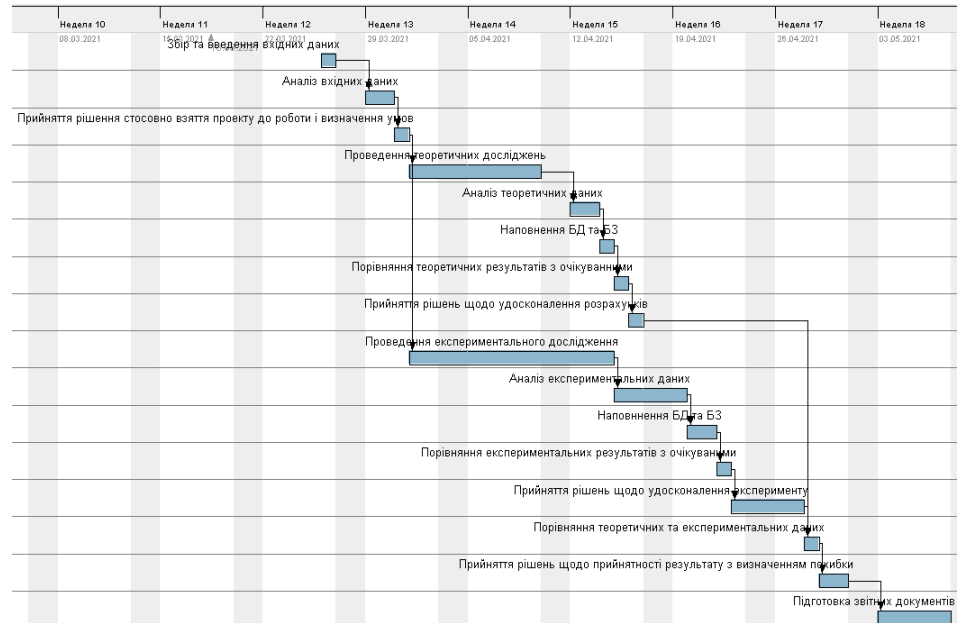


Рис. 1. Діаграма Ганта

Для контролю за виконанням робіт побудуємо Діаграма Ганта з відстеженням (Tracking Gantt) (рис. 2). Зробимо копію завдань з діаграми Ганта (рис. 1) таким чином, щоб кожне завдання зустрічалось двічі, та виправимо зв'язки між завданнями для отримання 2 паралельних діаграм. Наступним кроком відокремимо діаграми за допомогою зміни кольорів діаграм та додаванням до назви завдань однієї з діаграм припису «Р.», що позначатиме реальний час виконання завдання. Використовуючи наявність зв'язків між завданнями діаграм та автоматичну зміну діаграми відповідно до зміни часу виконання завдань, є можливим

контроль за реалізацією проекту та відстеження змін терміну виконання проекту у реальних умовах.

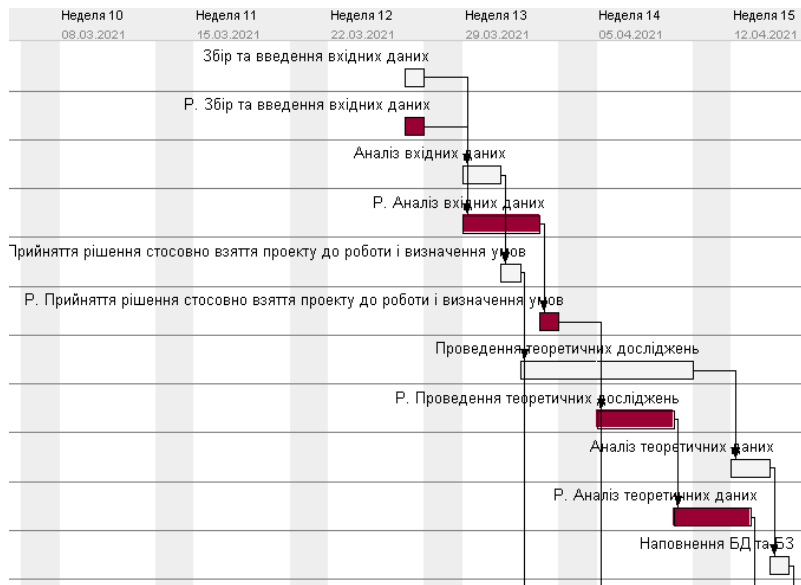


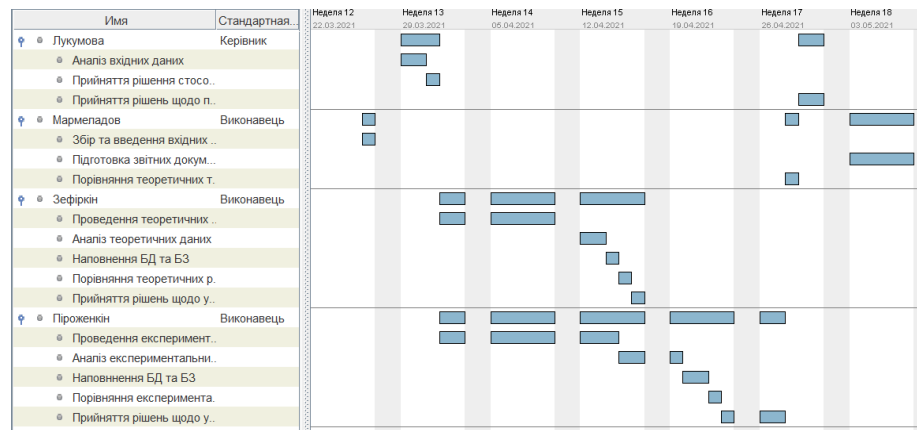
Рис. 2. Діаграма Ганта з відстеженням

В GanttProject є можливим встановити контроль за використанням, розподілом та зайнятістю людських (рис. 3а) та технічних (рис. 3б) ресурсів. Для цього до кожного з завдань з діаграми Ганта (рис. 1) можливо прикріплювати відповідну людину, що виконує або керує завданням, та обладнання, що використовується під час завдання. На початку роботи у властивостях проекту вказуємо всі необхідні ролі для класифікації використаних ресурсів у завданні. Далі вводимо в проект всі ресурси, що будуть використовувати позначаючи необхідні дані (назву, роль, ставку та інші). Після цього до кожного завдання додаємо відповідні ресурси з позначенням навантаження на ресурс, це дозволить за допомогою зміни кольорів відстежувати загальну зайнятість ресурсів, та вказуємо відповідальну особу за виконання завдання. По закінченню процесу позначення всіх ресурсів в відповідних завданнях ми отримуємо діаграму використання ресурсів.

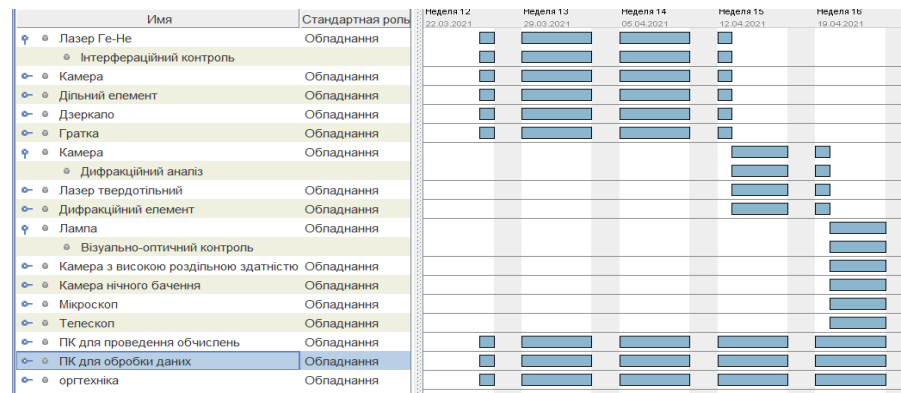
В GanttProject автоматично під час побудови діаграми Ганта будується PERT діаграма (рис. 4), для її відображення на панелі інструментів обираємо пункт «Відображення», та позначаємо PERT діаграму. Після цього буде відображена PERT діаграма відкритого проекту.

За допомогою програми GanttProject можна будувати діаграми Ганта використовуючи наступні можливості програми: позначення зв'язків між завданнями, прикріплення ресурсів до завдань з позначенням їх рівня зайнятості, врахування обмежень до роботи (вихідні), можливість розрахунку часових даних завдання (дата початку, дату закінчення, тривалість), відображення зайнятості ре-

сурсів з відображенням характеристики навантаження (неповна зайнятість, повна та перенавантаження), можливість зміни кольорів відображення завдання, наявність рівнів завдань та автоматична побудова PERT діаграм.



а



б

Рис. 3. Діаграма зайнятості людських ресурсів (а), обладнання (б)

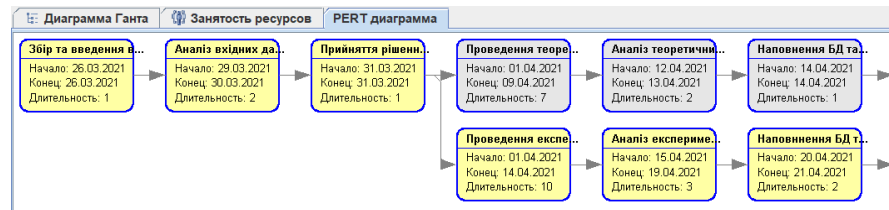


Рис. 4. PERT діаграма

Проте програма має цілий ряд обмежень, які необхідно враховувати: відсутність автоматизації оптимізації проекту, неможливість позначення зайнятості

ресурсів погодинно (мінімальна одиниця часу є доба), відсутність можливості використання вбудованих алгоритмів для аналізу діаграми (неможлива побудова декількох видів діаграм автоматично), обмеженість фінансового модулю (більшість необхідних фінансових питань не можуть бути обчислені)

В цілому рекомендуємо використовувати ПЗ GanttProject для університетських лабораторій, де фінансовий аспект є другорядним. Програма потребує доробки, що можливо зробити, враховуючи відкритий програмний код.

Література

1. Наказ № 99 від 12.08.99 «Про затвердження Інструкції про порядок перевірки точності результатів вимірювань у вимірювальних лабораторіях» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0833-99#Text>
2. Никитюк, О. А., and В. В. Новіков. «Шляхи прискорення процесів підготовки та акредитації лабораторій.» Збірник наукових праць Одеської державної академії технічного регулювання та якості 2 (9) (2016): 12-14.
3. GanttProject - Free Project Management Application - www.ganttproject.biz останнє звернення 19.04.2021

УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТОМ «ОПТИЧНА ЛАБОРАТОРІЯ» ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ GanttProject

Хорошун Г. М., Сітченко О. В., Рязанцев О. І., Барбарук В. М.

Для забезпечення відповідності належного рівня використання ІТ-технологій в оптичній лабораторії використане безкоштовне програмне забезпечення українського виробника GanttProject. Реалізовані такі можливості програми: побудова діаграми Ганта, позначення зв'язків між завданнями, прикріплення ресурсів до завдань з позначенням їх рівня зайнятості, врахування обмежень до роботи (вихідні), можливість розрахунку часових даних завдання (дата початку, дату закінчення, тривалість), відображення зайнятості ресурсів з відображенням характеристики навантаження (неповна зайнятість, повна та перенавантаження), можливість зміни кольорів відображення завдання, наявність рівнів завдань та автоматична побудова PERT діаграм. Встановлені обмеження програми: відсутність автоматизації оптимізації проекту, неможливість позначення зайнятості ресурсів погодинно (мінімальна одиниця часу є доба), відсутність можливості використання вбудованих алгоритмів для аналізу діаграми (неможлива побудова декількох видів діаграм автоматично), обмеженість фінансового модулю (більшість необхідних фінансових питань не можуть бути обчислені). В цілому рекомендуємо використовувати ПЗ GanttProject для університетських лабораторій, де фінансовий аспект є другорядним. Програма потребує доробки, що можливо зробити, враховуючи відкритий програмний код.

Ключові слова: управління проектом, оптична лабораторія, GanttProject.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТОМ «ОПТИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ» С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ GanttProject

Хорошун А. Н., Ситченко О. В., Рязанцев А. И., Барбарук В. Н.

Для обеспечения соответствия надлежащего уровня использования ИТ-технологий в оптической лаборатории использовано бесплатное программное обеспечение украинского производителя GanttProject. Реализованы такие возможности программы: построение диаграммы Ганта, обозначения связей между задачами, прикрепление ресурсов к задачам с указанием их уровня занятости, учета ограничений к работе (выходные), возможность расчета временных данных задачи (дата начала, дата окончания, продолжительность), отображение занятости ресурсов с отображением характеристики нагрузки (неполная занятость, полная и перегрузки), возможность изменения цвета отображения задачи, наличие уровней задач и автоматическое построение PERT диаграмм. Установлены ограничения программы: отсутствие автоматизации оптимизации проекта, невозможность обозначения занятости ресурсов почасово (минимальная единица времени является сутки), отсутствие возможности использования встроенных алгоритмов для анализа диаграммы (невозможно построение нескольких видов диаграмм автоматически), ограниченность финансового модуля (большинство необходимых финансовых вопросов не могут быть вычисленными). В целом рекомендуем использовать ПО GanttProject для университетских лабораторий, в которых финансовый аспект является второстепенным. Программа нуждается в доработке, что возможно сделать, учитывая открытый программный код.

Ключевые слова: управление проектом, оптическая лаборатория, GanttProject.

OPTICAL LABORATORY PROJECT MANAGEMENT USING GANTTPROJECT SOFTWARE

Khoroshun G. M., Sitchenko O. V., Ryazantsev O. I., Barbaruk V. M.

Free software from the Ukrainian manufacturer GanttProject was used to ensure compliance with the appropriate level of IT technologies use in the optical laboratory. The following features of the program are realized: construction of the Gantt chart, designation of communications between tasks, attachment of resources to tasks with designation of their level of employment, the account of restrictions to work (days off), possibility of calculation of time data of the task (start date, end date, duration), display resource utilization with the display of load characteristics (part-time, full and overload), the ability to change the colors of the task display, the availability of task levels and the automatic construction of PERT diagrams. The program's limitations are: lack of automation of project optimization, inability to indicate the employment of resources per hour (minimum unit of time is a day), lack of use of built-in algorithms for chart analysis (impossible to build several types of charts automatically), limited financial module (most required financial issues can not be calculated). In general, we recommend using GanttProject software for university laboratories where the financial aspect is secondary. The program needs refinement, which can be done by the open source code.

Keywords: project management, optical laboratory, GanttProject.

МОДЕЛЮВАННЯ ЦИФРОВИХ СХЕМ НА КМОП-ТРАНЗИСТОРАХ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО СЕРЕДОВИЩА *MULTISIM* 14.2

Міщенко Ю. Г., Рязанцев А. О.

При математичному моделюванні цифрових схем можуть бути використані різні програмні середовища схемотехнічного моделювання. В даний час розроблено багато програм, що використовують в якості системного ядра програму *SPICE* – *Simulation Program for Integrated Circuits Emphases*, або моделі цифрових пристроїв на основі мов *HDL* (*Hardware Description Languages*) низького (*Altera HDL*) і високого рівнів (*VHDL* – *Very high speed integrated circuits HDL*). Складені на вхідній мові *SPICE*, математичні моделі компонентів схемотехнічних пристроїв з високим ступенем достовірності відповідають реальним елементам і використовуються в ряді програм моделювання, таких як, *HSpice*, *PSpice*, *Dr.Spice*, *ViewSpice*, *Micro-Cap*, *Spice3F5*, *LTspice*, *XSpice* (фірми *National Instruments*, *Multisim* 14.2).

Серед таких програмних засобів найбільш прийнятною є програмне середовище *NI Multisim* 14.2, яка ефективно підтримує проектування електронних схем на цифровому логічному рівні. Використання в навчальному процесі розроблених цифрових схем на базі інструментального пакета *Multisim* 14.2 дозволить закріпити теоретичні та практичні знання. Версія пакета *Multisim* 14.2 доповнена новими засобами професійної розробки, в тому числі інструментами моделювання, розширеної і поліпшеною базою елементів. Користувач програми *Multisim* не повинен бути експертом по програмам *SPICE*, так як користується інтуїтивно зрозумілим середовищем імітаційного моделювання. Всі компоненти програми є віртуальними, оскільки при моделюванні представлені своїми математичними моделями, проте є відмінності в моделях – одні враховують тимчасові затримки поширення сигналів, інші – ні. Основними компонентами цифрових схем програми *Multisim* 14.2 є функціональні цифрові схеми двох груп: *TTL* і *CMOS*.

Підходи до моделювання цифрових схем розрізняються різним ступенем відображення їх властивостей. Початковий опис моделей може бути представлений як у вигляді функціональних схем, так і у вигляді електричних схем. Таким чином, моделювання цифрових пристроїв може бути функціональним, перевіряючим правильність логічної структури цифрової схеми, або тимчасовим, що враховує затримки сигналів в елементах схеми.

Конкретні моделі цифрових схем дуже різноманітні з точки зору застосованого формального апарату. Вони можуть представляти із себе: систему логічних або диференціальних рівнянь, граф, таблицю, систему матриць, електричну або функціональну схему, граф реєстрових передач та ін. При цьому, до якого класу належить обрана модель, багато в чому залежить від цілей верифікації

(контроль знаходження в межах допусків статичних і динамічних параметрів на лініях зв'язку схеми, а також контроль можливих статичних і динамічних ризиків збою на лініях зв'язку). Розробників цифрових схем і розробників тестів зазвичай цікавить, який транзистор, резистор і т. п. став причиною відмови. В цьому випадку, структурної можна вважати модель у вигляді електричної схеми.

Цифрові схеми поділяються на комбінаційні і послідовнісні. У перших вихідні сигнали, які встановилися, визначаються виключно значеннями сигналів на зовнішніх входах. У других, вихідні сигнали залежать не тільки від вхідних, але і від попередніх станів елементів пам'яті. Функціональне моделювання цифрових схем, в своїй практичній реалізації, значно простіше тимчасового моделювання для цього ж класу цифрових схем.

Як правило, моделі цифрових схем в програмах схемотехнічного моделювання представлені функціональним описом, що обмежує деякі завдання верифікації.

В якості ілюстрації на рис. 1 наведено приклад класичної функціональної схеми D -тригера, побудованого на логічних елементах 3І-НЕ. На рис. 2 у вікні програми *Multisim* 14.2 представлена модель електричної схеми D -тригера на комплементарних КМОП-транзисторах. Для наочності, при проведенні досліджень, побудовану таким чином електричну модель цифрової схеми можна представити у вигляді підсхеми D_trg , використовуючи команду *Replace by Subcircuit* з меню *Place* програми *Multisim* 14.2.

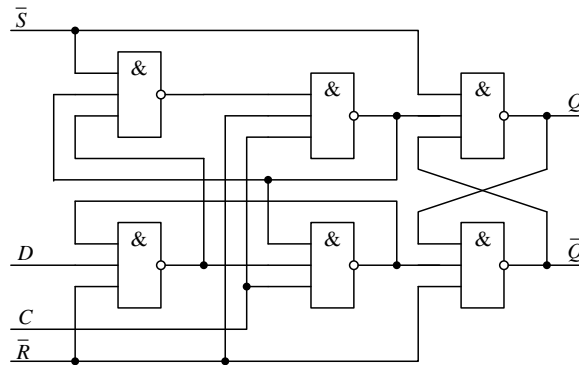


Рис. 1. Приклад функціональної схеми D -тригера

За схемами, наведеними на рис. 3 і на рис. 4, можна проводити перевірку правильності функціонування цифрової схеми, а також вимірювання за допомогою віртуального аналогового осцилографа статичних і динамічних параметрів сигналів на її виходах. Необхідні значення статичних і динамічних параметрів сигналів на входах цифрових схем встановлюються за допомогою віртуальних функціональних генераторів.

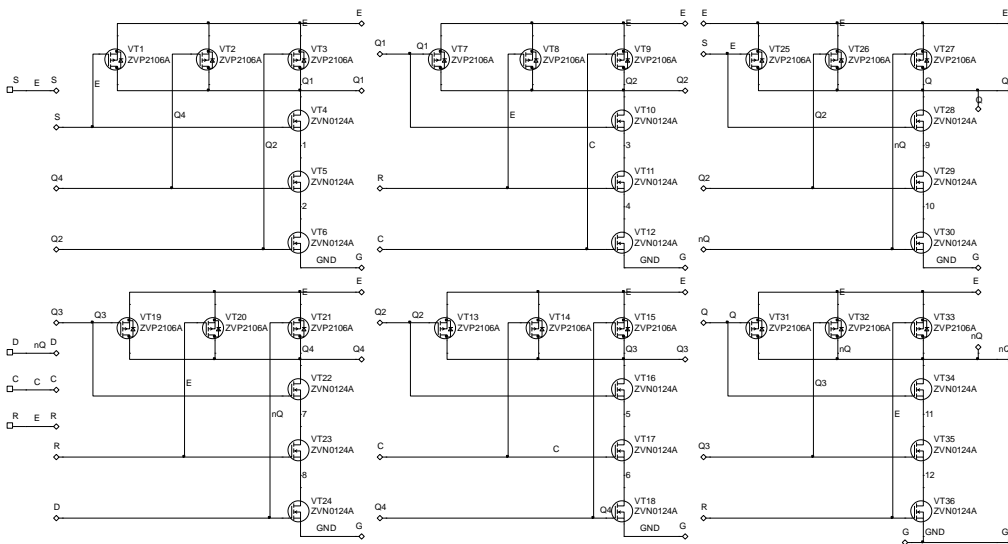


Рис. 2. Модель схеми електричної D -тригера на комплементарних КМОП-транзисторах у вікні програми *Multisim 14.2*

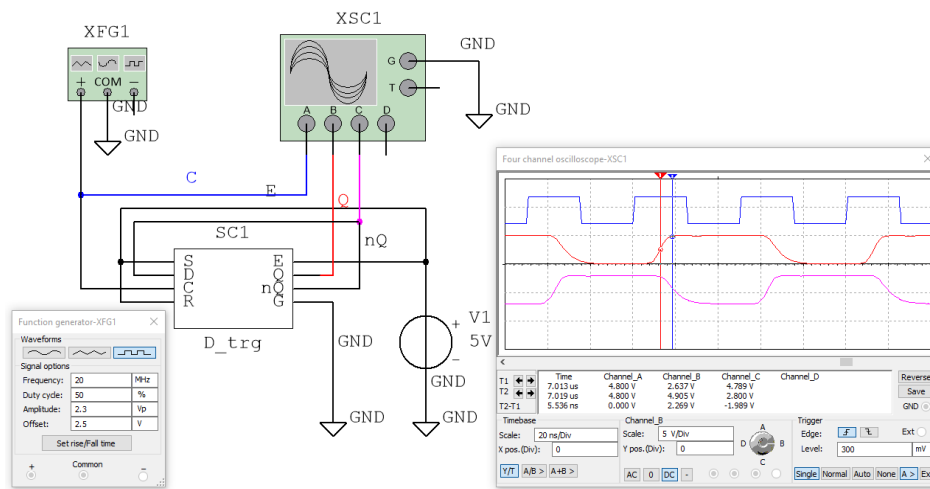


Рис. 3. Схема перевірки функціонування D -тригера в режимі поділу частоти

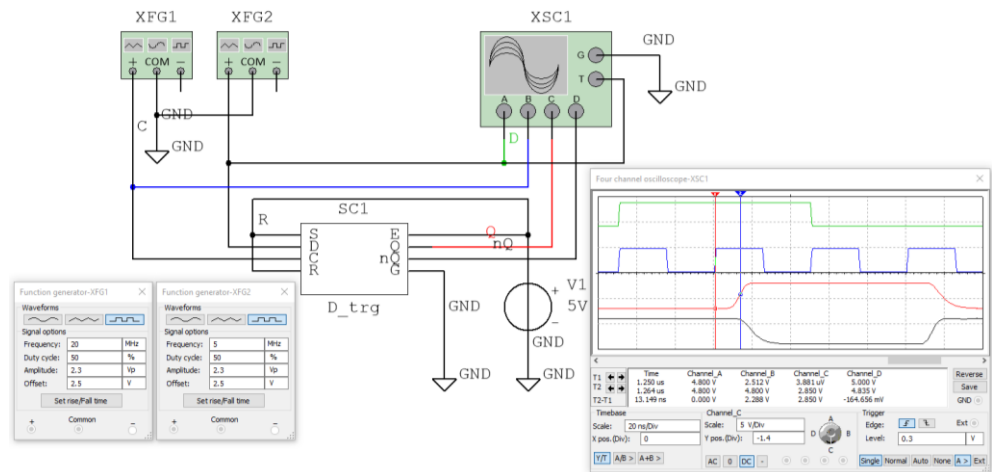


Рис. 4. Схема для вимірювань статичних та динамічних параметрів D -тригера за допомогою віртуального осцилографа

У довідниках по цифровим мікросхемам, як правило, наводяться їх функціональні схеми, тому найбільш прийнятними для дослідницьких цілей є електричні моделі цифрових схем, побудовані на комплементарних КМОП-транзисторах. Останні присутні майже в усіх програмах моделювання, що використовують в якості системного ядра програму *SPICE*.

Література

1. Проектирование и диагностика компьютерных систем и сетей: Учебное пособие / М.Ф. Бондаренко, Г.Ф. Кривуля, В.Г. Рябцев, С.О. Фрадков, В.И. Хаханов. - К.: НМЦ ВО, 2000. - 306 с.
2. Техническая диагностика элементов и узлов персональных компьютеров: Учебное пособие / В.И. Хаханов. - К.: ИСМО, 1997. - 308 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ЦИФРОВИХ СХЕМ НА КМОП-ТРАНЗИСТОРАХ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО СЕРЕДОВИЩА MULTISIM 14.2

Міщенко Ю. Г., Рязанцев А. О.

Основним завданням проектування цифрових схем є проведення по можливості повної їх верифікації на математичних моделях з мета виявлення вузьких місць. Найбільш повно завданням верифікації відповідають електричні моделі цифрових схем, побудовані на комплементарних КМОП-транзисторах, моделі яких присутні в ряді програм моделювання.

Ключові слова: моделювання, комплементарні КМОП-транзистори, цифрові схеми, статичні і динамічні параметри.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ СХЕМ НА КМОП-ТРАНЗИСТОРАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ MULTISIM 14.2

Мищенко Ю. Г., Рязанцев А. А.

Основной задачей проектирования цифровых схем является проведение по возможности полной их верификации на математических моделях с целью выявления узких мест. Наиболее полно задачам верификации отвечают электрические модели цифровых схем, построенные на комплементарных КМОП-транзисторах, модели которых присутствуют в ряде программ моделирования.

Ключевые слова: моделирование, комплементарные КМОП-транзисторы, цифровые схемы, статические и динамические параметры.

SIMULATION OF DIGITAL CIRCUITS ON CMOS TRANSISTORS USING THE MULTISIM 14.2 SOFTWARE ENVIRONMENT

Mishchenko Y., Riazantsev A.

The main task of designing digital circuits is to carry out, if possible, their full verification on mathematical models in order to identify bottlenecks. The most complete verification task is met by electrical models of digital circuits built on complementary CMOS transistors, the models of which are present in a number of modeling programs.

Keywords: simulations, complementary CMOS transistors, digital circuits, static and dynamic parameters.

РОЗДІЛ ІІІ.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ ТА У ЛОГІСТИЦІ

УДК 62 62-622:662.7

ДОСЛІДЖЕННЯ МАКРОКІНЕТИКИ ПРОЦЕСУ СЕЛЕКТИВНОГО КАТАЛІТИЧНОГО ОЧИЩЕННЯ ВИХЛОПУ ДИЗЕЛЯ ВІД NO НА БЛОЧНОМУ ВОЛОКНИСТОМУ ВАНАДІЄВОМУ КАТАЛІЗАТОРІ

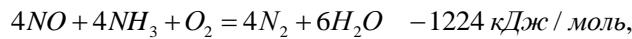
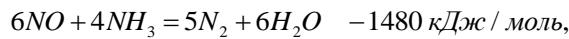
**Климаш А. О., Козюберда А. А., Соловійов Г. І., Керемет М. А.,
Климаш Д. А.**

Захист повітря від токсичних викидів дизельних двигунів автомобільного та залізничного транспорту є надзвичайно актуальною проблемою. Використання вуглеводневого дизельного палива (ДП-солярове масло), яке виробляється з нафти, призводить до поза нормативних викидів у повітря не тільки парникового газу (CO_2), а й декількох інших токсичних інгредієнтів, таких як сажа, СО, оксиди азоту, вуглеводні та канцерогени-бенз-а-пірен.

Сучасний підхід до скорочення викидів CO_2 у повітря з вихлопними газами дизельних двигунів локомотивів та автомобілів базується на переводі їх на безвуглецеві палива (наприклад, водень, аміак). Викиди інших токсичних продуктів, таких як оксиди азоту, потрібно скорочувати за рахунок розробки та впровадження ефективних систем доочищення.

В даній роботі наводяться результати досліджень на пілотній установці макрокінетики процесу селективної каталітичної очистки модельних сумішей вихлопних газів дизелю від оксиду азоту на новому структурованому волокнистому ванадієвому каталізаторі. Склад модельних сумішей був вибраний близьким до вихлопу дизельного двигуна, переобладнаного на аміачне паливо. Аміак який є повністю безвуглецевим паливом, виключає викиди сажі, СО, CO_2 , вуглеводнів, канцерогенів, але викиди оксидів азоту залишаються у складі викидів, тому є потреба у розробці та впровадженні ефективного методу їх знешкодження. Перехід на аміачне паливо дизельних двигунів має не тільки екологічний, а й економічний ефект. Витрати на заправку 1 кг аміаку не перевищують 25 центів, що на 30-35% дешевше, ніж заправка традиційним ДП.

В статті [1] нами були наведені результати лабораторних досліджень кінетичних закономірностей реакцій 1,2 селективного каталітичного відновлення оксиду азоту аміаком на новому, розробленому нами, структурованому волокнистому ванадієвому каталізаторі (4,3% V_2O_5).



Кінетичне рівняння селективного каталітичного відновлення оксиду азоту аміаком на досліджених лабораторних зразках розробленого нами структурованого волокнистого каталізатору (вміст V_2O_5 – 4,3%) представлено нижче:

$$R_{NO} = 5,28 \cdot 10^7 \cdot e^{\frac{64200}{RT}} \cdot C_{NO},, \quad (1)$$

де R_{NO} – швидкість реакції каталітичного відновлення NO, кмоль/м³·с;

R – універсальна газова константа;

C_{NO} – концентрація NO на поверхні каталізатора, кмоль/м³

Нами були виготовлені дослідно-промислові зразки такого каталізатору по габаритам, близькими до промислових аналогів: циліндричні блоки діаметром 100 мм, заввишки 100 мм, об'ємом 0,785 дм³, маса-0,5 кг. При насипній щільності 470 кг/м³ порозність складала 89,4%, еквівалентний діаметр 0,0029 м, а зовнішня питома поверхня контакту фаз (S) складала 7640 м²/м³. До хімічного складу контакту входили V_2O_5 – 4,3%, а також активний гамма оксид алюмінію. Задля порівняння промисловий вітчизняний каталізатор марки «АВК-10М» (ТУ У 113-03-3004-91) має поверхню $S=780$ м²/м³, комерційний [2,3] SCR блок - 862 м²/м³, коердієртовий (керамічний) стільниковий блок «Honeycomb» (1/10 in. wavelength) фірми «Engelghard» - 4900 м²/м³. Тобто, у зовнішньо дифузійній області робочих параметрів наш каталізатор має значні переваги.

Для вивчення макрокінетики процесу селективної каталітичної очистки вихлопу дизеля був виготовлений дослідно промисловий каталітичний реактор з нержавіючої сталі діаметром 100 мм, заввишки 500 мм. В реактор загрузали зразки нового волокнистого каталізатору різної довжини: 25, 50, 75, 100 та 200 мм. Блоки каталізатору були оснащені вмонтованими у блоки електричними підігрівачами, завдяки яким підтримували задану температуру каталітичного процесу. На вхід реактору подавали модельну газову суміш у кількості 24,6 м³/годину з концентрацією оксиду азоту 500 ppm. Концентрацію NO по шару каталізатору вимірювали за допомогою автоматичного газоаналізатору марки «Testo 330». У таблиці 1, 2, 3 заносили середньо арифметичні значення 11 статистичних вимірювань параметрів.

Розрахунки кінетичних констант швидкості, дифузії, теплопередачі, критеріїв Re, Nu, Sh, Sc виконували за допомогою спеціально розробленої програми. Середнє значення експериментальної константи швидкості процесу здобували по формулі:

$$k_{exp} = W_i \cdot C_{NO},, \quad (2)$$

Таблиця 1

Ступінь очищення викидних газів дизелю від NO в залежності від часу контакту та температури на волокнистому ванадієвому каталізаторі

№ пп	Час контакту, с	Об'ємне навант., 1/г	Температура 200°C		Температура 250°C		Температура 330°C		Температура 380°C	
			C_{NO} , ppm	X_{NO} , %	C_{NO} , ppm	X_{NO} , %	C_{NO} , ppm	X_{NO} , %	C_{NO} , ppm	X_{NO} , %
1	0		500	0	500	0	500	0	500	0
2	0,014	257143	481	3,8	471,5	5,7	453	9,4	437,5	12,5
3	0,024	150000	438,5	12,3	401	19,8	353,5	29,3	326	34,8
4	0,041	88889	371,5	25,7	322,5	35,5	268	46,4	191,5	61,7
5	0,054	66667	340,5	31,9	244	51,2	183,5	63,3	121,4	75,7
6	0,104	34615	233,5	53,3	144,5	71,1	76,5	84,7	21	95,8

Таблиця 2

Залежність коефіцієнтів дифузії та масообміну від температури селективного каталітичного очищення вихлопу дизеля від NO

№ пп	Час контакту, с	Об'ємне навант., 1/г	Температура 200°C		Температура 250°C		Температура 330°C		Температура 380°C	
			D , $\text{м}^2/\text{с} \cdot 10^{-6}$	α , $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$	D , $\text{м}^2/\text{с} \cdot 10^{-6}$	α , $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$	D , $\text{м}^2/\text{с} \cdot 10^{-6}$	α , $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$	D , $\text{м}^2/\text{с} \cdot 10^{-6}$	α , $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$
1	0		0,72	-	0,839	-	1,03	-	1,16	-
2	0,014	257143	0,84	75,1	0,97	77,4	1,2	80,4	1,33	81,9
3	0,024	150000	0,91	77	1,054	79,3	1,3	82,3	1,44	83,9
4	0,041	88889	0,75	78,6	0,87	80,9	1,08	84,03	1,1	85,6
5	0,054	66667	0,78	84,4	0,91	86,9	1,13	90,2	1,25	91,9
6	0,104	34615	0,81	84,2	0,943	86,7	1,17	90	1,29	91,6
Середнє значення			0,80	79,86	0,931	82,24	1,15	85,39	1,26	86,98

Таблиця 3

Порівняння експериментальних та розрахункових значень констант швидкості процесів, які лімітуються сумісно кінетичним та зовнішньо дифузійним режимами

Температура, К	Константа швидкості, k_{exp} , 1/с	k_{kin} , 1/с	$1/k_{\text{kin}}$, с	k_{diff} , 1/с	$1/k_{\text{diff}}$, с	$1/k_{\text{kin}} + 1/k_{\text{diff}}$	$k_{\text{розрах.}}$, 1/с
473	2,632	4,291	0,23	5,025	0,199	0,432	2,315
523	4,609	20,437	0,05	7,61	0,131	0,180	5,545
603	8,511	144,922	0,01	9,5	0,105	0,112	8,916
653	8,713	386,345	0,00	13,32	0,075	0,078	12,876

Константу швидкості комплексного процесу для зовнішньо дифузійної області розраховували по принципу зворотної пропорційності [2, 3]:

$$k_{\text{розр.}} = \frac{1}{\frac{1}{k_{\text{kin}}} + \frac{1}{k_{\text{diff}}}}, \quad (3)$$

Результати випробувань нового структурованого волокнистого ванадієвого каталізатору показали переваги його у порівнянні з кращими промисловими аналогами завдяки більш розвиненій питомої зовнішньої поверхні контакту фаз особливо при зовнішньо дифузійним лімітуванні.

Література

1. Козюберда А.А., Климаш А.О., Соловійов Г.І., Могила В.І. Селективне каталітичне очищення вихлопних газів дизельних двигунів локомотивів від оксидів азоту на блочному волокнистому ванадієвому каталізаторі // Наукові вісті Далівського університету – 2021.- № 20. DOI: <https://doi.org/10.33216/2222-3428-2021-20>
2. E. Tronconi. Interaction between chemical kinetics and transport phenomena in monolithic catalysts / Catalysis Today, 34(1997), p.p. 421-427
3. E. Tronconi, A. Beretta. The role of inter- and intra-phase mass transfer in the SCR-DeNOX reaction over catalysts of different shapes / Catalysis Today, 52(1999), pp. 249-258.

ДОСЛІДЖЕННЯ МАКРОКІНЕТИКИ ПРОЦЕСУ СЕЛЕКТИВНОГО КАТАЛІТИЧНОГО ОЧИЩЕННЯ ВИХЛОПУ ДИЗЕЛЯ ВІД NO НА БЛОЧНОМУ ВОЛОКНИСТОМУ ВАНАДІЄВОМУ КАТАЛІЗАТОРІ

Климаш А.О., Козюберда А.А., Соловійов Г.І., Керемет М.А., Климаш Д.А.

Захист повітря від токсичних викидів дизельних двигунів автомобільного та залізничного транспорту є надзвичайно актуальною проблемою. Сучасний підхід до скорочення викидів CO₂ у повітря з вихлопними газами дизельних двигунів локомотивів та автомобілів базується на переводі їх на без вуглецеві палива (наприклад, водень, аміак). Викиди інших токсичних продуктів, таких як оксиди азоту, потрібно скорочувати за рахунок розробки та впровадження ефективних систем доочищення. В даній роботі наводяться результати досліджень макрокінетики процесу селективної каталітичної очистки модельних сумішей вихлопних газів дизелю від оксиду азоту на новому структурованому волокнистому ванадієвому каталізаторі.

Ключові слова: дизельний двигун, токсичні викиди, каталітичне очищення.

ИССЛЕДОВАНИЕ МАКРОКИНЕТИКИ ПРОЦЕССА СЕЛЕКТИВНОЙ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ВЫХЛОПА ДИЗЕЛЯ ОТ NO НА БЛОЧНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ ВАНАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ

Климаш А.А., Козюберда А.А., Соловьёв Г.И., Керемет М.А., Климаш Д.А.

Защита воздуха от токсичных выбросов дизельных двигателей автомобильного и железнодорожного транспорта является чрезвычайно актуальной проблемой. Современный подход к сокращению выбросов CO₂ в атмосферу с выхлопными газами дизельных двигателей локомотивов и автомобилей базируется на переводе их на безуглеродные

топлива (например, водород, аммиак). Выбросы других токсичных продуктов, таких как оксиды азота, нужно сокращать за счет разработки и внедрения эффективных систем доочистки. В данной работе приводятся результаты исследований макрокинетики процесса селективной каталитической очистки модельных смесей выхлопных газов дизеля от оксида азота на новом структурированном волокнистом ванадиевом катализаторе.

Ключевые слова: дизельный двигатель, токсичные выбросы, каталитическая очистка.

**STUDY OF MACROKINETICS OF THE PROCESS OF SELECTIVE CATALYTIC
CLEANING OF DIESEL EXHAUST FROM NOX ON A BLOCK FIBROUS
VANADIUM CATALYST**

Klymash A.A., Kozyuberda A.A., Solovyev G.I., Keremet M.A., Klymash D.A.

Air protection from toxic emissions of diesel engines of automobile and railway transport is an extremely urgent problem. Modern approach to reduce CO₂ emissions in the atmosphere with exhaust gases of diesel engines of locomotives and automobiles is based on converting them to carbon-free fuel (for example, hydrogen and ammonia). Emissions of other toxic products, such as nitrogen oxides, need to be reduced by developing and implementing effective after-treatment systems. This paper presents the results of studies of the macrokinetics of the process of selective catalytic purification of model mixtures of diesel exhaust gases from nitric oxide on a new structured fibrous vanadium catalyst.

Keywords: diesel engine, toxic emissions, catalytic purification.

РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ЯК ТЕРМІН, ЩО ХАРАКТЕРИЗУЄ НАЙВАЖЛИВІШІ ЗАХОДИ В ЕНЕРГЕТИЦІ ТА ВИРОБНИЦТВІ

Шепітько О. В., Балковська Г. В., Бурейка Г.

Залізничний транспорт - один з найбільших і стабільних транспортних споживачів енергоресурсів, щорічно витрачає до 5% вироблюваної в країні електроенергії і до 11% дизельного палива, тому ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) - одна з найважливіших задач транспортної галузі, тому організація ресурсозбереження на залізничному транспорті має не лише загальногалузеве, а й загальнодержавне значення.

Ресурси – це джерела і засоби, що взаємодіють і забезпечують функціонування і розвиток виробництва. Розрізняють такі види ресурсів: за походженням (первинні, вторинні), за вичерпністю (вичерпні, невичерпні), за рівнем вивченості (прогнознi, виявлені, вивчені), за доступністю для використання (доступні, резервні, недоступні), за характером використання (одноцільового використання, багатоцільового використання), за способом використання (споживані, застосовувані), за залученням до господарського обігу (дійсні (реальні), можливі (потенційні)), за фізичним змістом (матеріальні, технічні, трудові, фінансові, інформаційні), за економічною природою (ресурси-активи, ресурси-пасиви), за здатністю до відтворення (відтворювані, частково відтворювані, невідтворювані), за здатністю до поновлення (поновлювані, частково поновлювані, не поновлювані), за дефіцитністю (недефіцитні, дефіцитні, високодефіцитні), за потребою у збереженні (з дуже низькою потребою, з низькою потребою, з середньою потребою, з надзвичайно високою потребою) [4].

Розрізняють відновлювані і невідновлювані ресурси. До відновлюваних належать трудові й технічні ресурси, що проявляються у формі витрат людино- і машино-годин (або змін), інформація, елементи екології і деякі інші. Специфічними є фінансові ресурси, рух і резервування яких лежать в основі керування ринком ресурсів у цілому .

Відповідно до різних класифікацій сучасні природні ресурси можна класифікувати на такі:

- мінеральні – паливні (вугілля, нафта, газ),
- рудні і нерудні;
- лісні – продукція лісного господарства (деревина);
- земельні – площа, територія;
- рослинні – сільськогосподарські та дикорослі культури; тваринні – сільськогосподарські та дикі тварини;
- рибні – прісноводна та морська риба;
- водні – іригація, задоволення промислових і господарських потреб; метеорологічні – енергетичні джерела (геотермальні) [3],[4].

Відповідно до питань, що розглядаються, будемо враховувати лише ті ресурси, які, головним чином, визначають виробничий потенціал локомотивного господарства: матеріально-технічні, технологічні і людські ресурси.

Матеріально-технічні ресурси підрозділяють на природні (сировинні) і матеріальні (засоби виробництва). Засоби виробництва – матеріальні чинники процесу праці, сукупність засобів і предметів праці. Розрізняють основні і оборотні засоби виробництва. До основних відносять виробничі будівлі, споруди, механізми, обладнання, машини, прилади. До оборотних засобів – матеріали, напівфабрикати, енергію, малоцінне обладнання, інвентар.

Ресурси основних засобів виробництва, які впливають на результати, культуру і можливості виробництва, характеризуються розмірами (довжина, ширина і висота) будівлі локомотиворемонтної дільниці депо і основними параметрами технологічних машин (обладнання): рівень автоматизації, надійність (коефіцієнт надійності), фактична виробнича спроможність [9].

Під технологічними ресурсами розуміють ресурси, які задіяні у виробничих процесах локомотивного господарства, що характеризують технічний рівень і рівень технологічної підготовки виробництва.

Технічний рівень виробництва – це технічний стан виробництва, який вимірюється інтегральним критерієм і сукупністю одиничних показників, які характеризують технічну оснащеність виробництва і праці.

Під людськими ресурсами розуміють людський капітал (запас знань, навичок, мотивацій) і дієву роль людини у сфері виробництва. Згідно з процесами, що розглядаються, під людськими ресурсами розуміють індивідуально-опосередкований трудовий потенціал депо, який характеризується чисельністю робітників, їх кваліфікацією, рівнем освіти, стажем роботи, віком, плінністю (стабільністю складу) та ін. [9].

Особливе місце в системах ресурсовикористання і ресурсокерування належить трудовим ресурсам. Керування ними пов'язане з вирішенням триєдиного завдання сполучення техніко-технологічних, організаційних і соціальних аспектів. Специфічними є фінансові ресурси, рух і резервування яких лежать в основі керування ринком ресурсів у цілому. Основоположний підхід до використання ресурсів – це ресурсозбереження.

На цей час склалося два основних методичних підходи до трактування терміна "ресурсозбереження". Перший з них ґрунтується на понятті ресурсозбереження як тенденції бережливого ставлення до природних ресурсів.

Інший підхід до трактування ресурсозбереження припускає: по-перше, залучення в коло предмета ресурсозбереження будь-яких ресурсів (а не тільки природних), що забезпечують життєдіяльність людини; по-друге, трактування поняття "заощадження" не від терміна "збереження" (консервація), а від поняття "економія". Таким чином, другий підхід до трактування поняття "ресурсозбереження" пов'язаний з економією будь-яких видів ресурсів [8].

Визнаючи можливість і обґрунтованість використання першого підходу до трактування поняття "ресурсозбереження" на основі концепції охорони (зао-

щадження) природних ресурсів (середовища), не можна не визначити, що друга концепція на основі економії ресурсів у більшому ступені відповідає духу часу і потребам сучасного етапу розвитку продуктивних сил і залізничного транспорту зокрема.

Література

1. Тартаковський Е. Д. Технічні та технологічні засоби енергозбереження тепловозів в експлуатації. Тартаковський Е. Д., Уманець М. Г., Аулін Д. О. // Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2010. – Вип. 5(143). – Ч. 2. – С. 215-219.
2. Железнодорожный комплекс Украины: проблемы и перспективы развития (интервью Сергиенко Д. О.) // Локомотив. – 2010. – № 9. – С. 8-10.
3. Паливно-енергетичний комплекс України на порозі третього тисячоліття. – К. : Укр. енциклопед. знання, 2001. – 400 с.
4. Аналіз використання паливно-енергетичних ресурсів та роботи по енергозбереженню на залізничному транспорті України за 2015 рік. – К. : Укрзалізниця, 2016. – 52 с.
5. Петров П. П. Комбіновані енергетичні установки для залізничного транспорту / Петров П. П. // Локомотив. – 2009. – № 10. – С. 34-37.
6. Европейские нормы токсичности – двигатель прогресса // Локомотив-информ. – 2013. – № 2. – С. 51-53.
7. Сборник нормативно-методических документов по метрологии железнодорожного транспорта Украины. – К. : Укрзалізниця, 2005. – 414 с.
8. Беляев А. С. Использование перегрузочной способности топливных элементов в автономных локомотивах / Беляев А. С., Калугин С. П. // Вестник ВНИИЖТа. – 2011. – № 2. – С. 42-47.
9. Сергієнко, М. І. Основні напрямки роботи Укрзалізниці з енергозбереження та її результати // Локомотив-информ. – 2010. – № 4. – С. 24–26.

РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ЯК ТЕРМІН, ЩО ХАРАКТЕРИЗУЄ НАЙВАЖЛИВІШІ ЗАХОДИ В ЕНЕРГЕТИЦІ ТА ВИРОБНИЦТВІ

Шепітько О. В., Балковська Г. В., Бурейка Г.

Залізничний транспорт - один з найбільших і стабільних транспортних споживачів енергоресурсів, щорічно витрачає до 5% вироблюваної в країні електроенергії і до 11% дизельного палива, тому ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) - одна з найважливіших задач транспортної галузі, тому організація ресурсозбереження на залізничному транспорті має не лише загальногалузеве, а й загальнодержавне значення.

Ключові слова: ресурси, ресурсозбереження, виробничий підхід, структурний підхід майновий підхід, комплексний підхід, класифікація.

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ КАК ТЕРМИН, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЙ ВАЖНЕЙШИЕ МЕРОПРИЯТИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ

Шепитько О. В., Балковская А. В., Бурейка Г.

Железнодорожный транспорт - один из крупнейших и стабильных транспортных потребителей энергоресурсов, ежегодно тратит до 5% вырабатываемой в стране электроэнергии и до 11% дизельного топлива, поэтому эффективное использование топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) - одна из важнейших задач транспортной отрасли, поэтому организация ресурсосбережения на железнодорожном транспорте имеет не только общепромышленные, но и общегосударственное значение.

Ключевые слова: ресурсы, ресурсосбережение, производственный подход, структурный подход имущественный подход, комплексный подход, классификация.

RESOURCE SAVINGS AS A TERM DESCRIBING IMPORTANT MEASURES IN ENERGY AND PRODUCTION

Shepitko O., Balkovska G., Bureika G.

Railway transport is one of the largest and most stable consumers of energy resources, annually consumes up to 5% of electricity and up to 11% of diesel fuel produced in the country, so the effective use of fuel and energy resources (FER) is one of the most important tasks of the transport industry, so the organization of resource-saving on the railway transport is not only industry-wide, but also national importance.

Key words: resources, resources conservation, manufacturing approach, structural approach, integrated approach, classification.

КОНЦЕПТ КУЗОВА НАПІВВАГОНА З ВИПУКЛИМИ СТІНАМИ

Фомін О. В., Горбунов М. І., Ловська А. О.

Підвищення ефективності функціонування транспортної галузі зумовлює необхідність впровадження в експлуатацію сучасних транспортних засобів. Оскільки основний сегмент перевізного процесу відводиться залізничному транспорту, то до створення сучасних конструкцій вагонів повинні пред'являтися особливі вимоги. Зокрема це стосується їх несучих конструкцій.

Одним з найбільш поширених типів вагонів, який знайшов використання в експлуатації, є напіввагон. Для підвищення об'ємів перевезень вантажів у напіввагонах запропоновано концепт несучої конструкції з випуклими стінами (рис. 1). Така конфігурація бокових стін дозволяє підвищити корисний об'єм кузова на 8% у порівнянні з вагоном-прототипом.

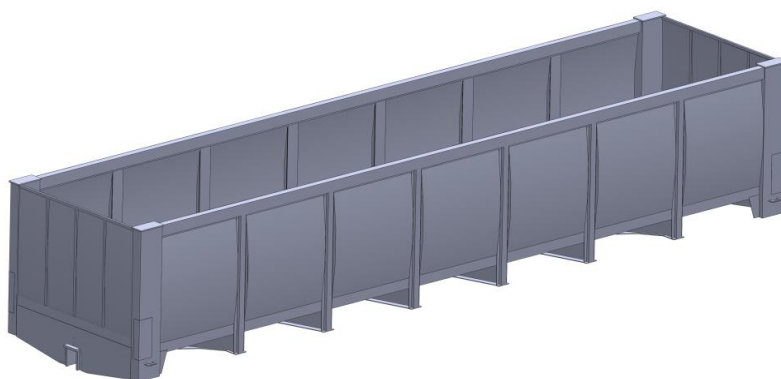


Рис. 1. Несуча конструкція напіввагона з випуклими стінами

Для обґрунтування запропонованого рішення проведені розрахунки на міцність несучої конструкції. В якості розрахункового методу використаний метод скінчених елементів, який реалізовано в програмному комплексі SolidWorks Simulation. У якості базової конструкції обраний напіввагон моделі 12-757, побудови ПАТ “КВБЗ” (Україна). При побудові моделі враховано елементи кузова, які жорстко взаємодіють між собою, тобто в моделі до уваги не приймалися кришки розвантажувальних люків, оскільки вони мають шарнірне з’єднання з кузовом.

Оптимальна кількість елементів скінчено-елементної моделі несучої конструкції напіввагона визначена з використанням графоаналітичного методу [1, 2]. При складанні розрахункової моделі враховані вертикальні статичні навантаження, тиск розпору насипного вантажу (кам’яне вугілля), а також повздовжні навантаження, що діють на несучу конструкцію від автозчепного пристрою.

Закріплення моделі здійснювалося у зонах обпирання несучої конструкції вагона на ходові частини. В якості матеріалу несучої конструкції вагона застосована сталь марки 09Г2С, зі значенням межі міцності $\sigma_b=490$ МПа та межі плинності $\sigma_T=345$ МПа [3, 4].

Результати розрахунку на міцність несучої конструкції напіввагона показали, що максимальні еквівалентні напруження виникають при I розрахунковому режимі (удар) у зоні взаємодії хребтової балки зі шворневою та складають близько 340 МПа (рис. 2). Тобто не перевищують допустимі [3, 4].

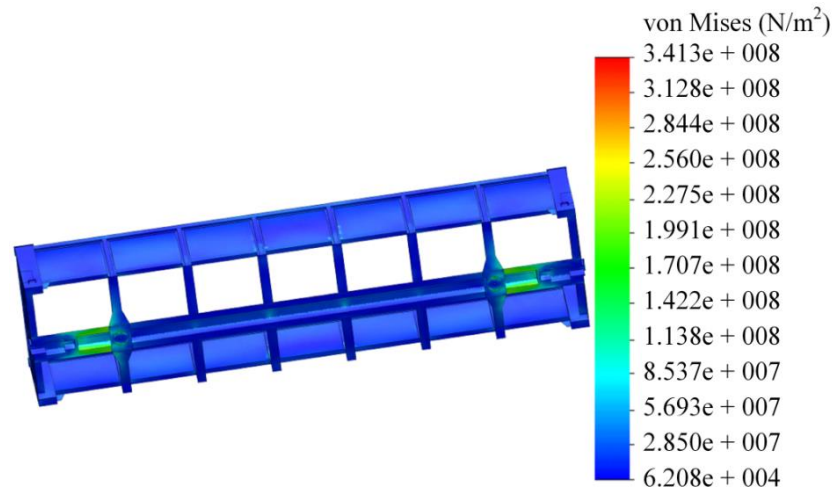


Рис. 2. Напружений стан несучої конструкції напіввагона

Максимальні переміщення виникають у середній частині рами напіввагона на складають 3,7 мм.

Запропонована несуча конструкція напіввагона розрахована на втомну міцність. Результати розрахунку показали, що втомна міцність при базі випробувань 10^7 забезпечується.

Також в рамках дослідження визначено основні показники динаміки несучої конструкції напіввагона при русі у порожньому стані стиковою нерівністю. При цьому прискорення несучої конструкції напіввагона знаходяться в межах допустимих, а хід руху оцінюється як “відмінний”.

Проведені дослідження сприятимуть підвищенню ефективності використання залізничного транспорту та утриманню його лідерських позицій на ринку транспортних послуг.

Література

1. Fomin O., Lovska A., Masliyev V., Tymbaliuk A., Burlutski O. Determining strength indicators for the bearing structure of a covered wagon's body made from round pipes when transported by a railroad ferry. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019, Vol. 7, Issue 1 (97). P. 33–40. doi: 10.15587/1729-4061.2019.154282

2. Oleksij Fomin, Juraj Gerlici, Alyona Lovska, Mykola Gorbunov, Kateryna Kravchenko, Pavlo Prokopenko, Vladimir Hauser. The improved hatch cover construction for universal open box-type wagon from the strength and durability point of view. MANUFACTURING TECHNOLOGY. 2019, Vol. 19, No. 2. P. 216–221.
3. ДСТУ 7598:2014. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних). [Чинний від 2015-07-01]. Київ, 2015. 250 с.
4. ГОСТ 33211-2014. Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам. [Действителен от 2016-07-01]. Москва, 2016. 54 с.

КОНЦЕПТ КУЗОВА НАПІВВАГОНА З ВИПУКЛИМИ СТІНАМИ

Фомін О. В., Горбунов М. І., Ловська А. О.

Для підвищення ефективності використання напіввагонів запропоновано новий концепт несучої конструкції. Особливістю несучої конструкції є те, що стіни мають випуклу форму. Це сприяє підвищенню корисного об'єму кузова на 8% у порівнянні з вагоном-прототипом. Результати розрахунку несучої конструкції напіввагона на міцність, втомну міцність, а також динаміку підтвердили доцільність запропонованих при проектуванні рішень. Проведені дослідження сприятимуть підвищенню ефективності використання залізничного транспорту та утриманню його лідерських позицій на ринку транспортних послуг.

Ключові слова: напіввагон; несуча конструкція; динамічна навантаженість; міцність; втомна міцність.

КОНЦЕПТ КУЗОВА ПОЛУВАГОНА С ВЫПУКЛЫМИ СТЕНАМИ

Фомин А. В., Горбунов Н. И., Ловская А. А.

Для повышения эффективности использования полувагонов предложен новый концепт несущей конструкции. Особенностью несущей конструкции является то, что стены имеют выпуклую форму. Это способствует повышению полезного объема кузова на 8% по сравнению с вагоном-прототипом. Результаты расчета несущей конструкции полувагона на прочность, усталостную прочность, а также динамику подтвердили целесообразность предложенных при проектировании решений. Проведенные исследования будут способствовать повышению эффективности использования железнодорожного транспорта и удержанию его лидерских позиций на рынке транспортных услуг.

Ключевые слова: полувагон; несущая конструкция; динамическая нагруженность; прочность; усталостная прочность.

CONCEPT OF THE BODY OF AN OPEN WAGON WITH CONVEX WALLS

Fomin O. V., Gorbunov M. I., Lovska A. O.

To increase the efficiency of open wagons use, a new concept of the supporting structure has been proposed. A feature of the supporting structure is that the walls are convex. This contributes to an 8% increase in usable body volume compared to the prototype wagon. The results of calculating the load-bearing structure of an open wagon for strength, fatigue strength,

and dynamics confirmed the feasibility of the solutions proposed in the design. The research carried out will help to improve the efficiency of the use of railway transport and maintain its leadership position in the transport services market.

Key words: open wagon; carrying structure; dynamic loading; strength; fatigue strength.

ІННОВАЦІЙНИЙ КОНЦЕПТ КУЗОВА НАПІВВАГОНА

Фомін О. В., Горбунов М. І., Ловська А. О.

Залізничний транспорт вже тривалий час займає лідерські позиції у транспортних галузях багатьох країн. Для утримання його позицій на сучасному етапі розвитку зовнішньоекономічних зв'язків між євразійськими країнами важливим є впровадження в експлуатацію нових типів вагонів з покращеними техніко-економічними показниками та адаптованими до експлуатації через міжнародні транспортні коридори. Ці вимоги зумовлюють необхідність створення принципово-нових конструкцій вагонів з використанням нетривіальних інноваційних рішень. Конструкція таких вагонів повинна забезпечувати мінімізацію матеріалоємності на стадії виготовлення при дотриманні умов міцності, а також можливість надійної експлуатації при найбільш навантажених режимах.

Для підвищення ефективності експлуатації напіввагонів, як одного з найбільш поширених типів вагонів, запропонована принципово-нова конструкція (рис. 1).

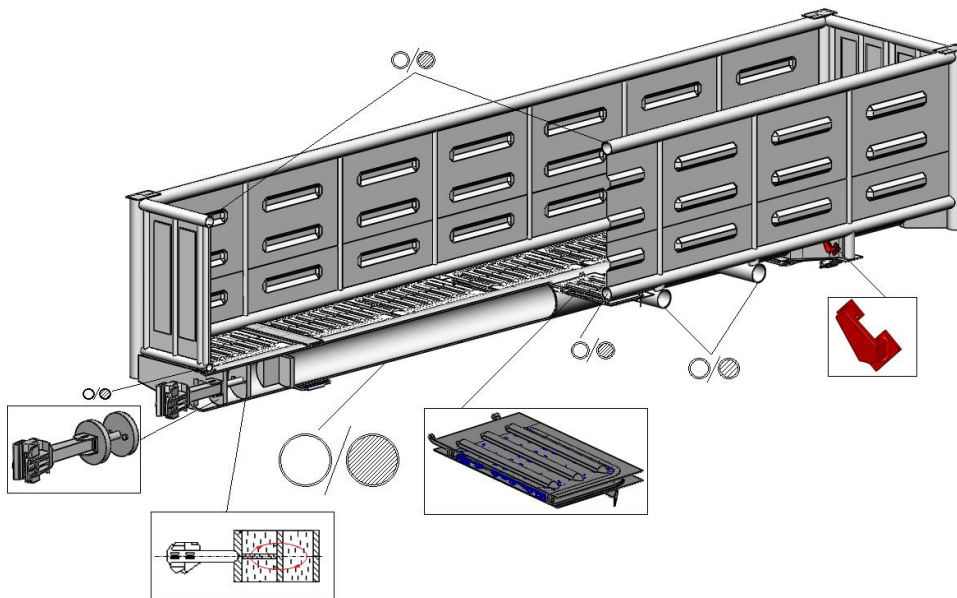




Рис. 1. Несуча конструкція інноваційного напіввагона

При створенні несучої конструкції напіввагона враховані інноваційні рішення, спрямовані на зменшення його динамічної навантаженості при найбільш

несприятливих режимах: маневрове співударяння, падіння вантажу на кришки люків при завантаженні кузова, перевезення вагона на залізничному поромі.

В якості вагона-прототипу обрано напіввагон моделі 12-757, побудови ПАТ “КВБЗ” (Україна).

Особливістю запропонованої конструкції напіввагона є те, що несучі елементи кузова складаються з труб, круглого перерізу. Таке технічне рішення дозволило знизити масу тари кузова у порівнянні з вагоном-прототипом на 6%. Оптимальні характеристики труб обрані за резервами міцності несучих елементів типової конструкції кузова вагона. На рис. 1 виносками показано можливі варіанти виконання несучих елементів кузова: з полів круглих труб “” та заповнених в’язкою речовиною “”.

Для сприймання повздовжньо-динамічних навантажень рамою напіввагона замість типової конструкції автозчепу запропоновано новий концепт упряжного пристрою [1]. Перетворення кінетичної енергії удару у енергію дисипації здійснюється за рахунок сил в’язкого опору, що створюються поршнем з дросельними отворами при переміщенні відносно хребтової балки, заповненої у консольних частинах в’язкою речовиною.

Ефективність роботи запропонованого пристрою досягається при значенні коефіцієнту в’язкого опору не вище 120 кН·с/м. При цьому максимальне значення прискорення, як складової динамічного навантаження, яке діє на кузов вагона при маневровому співударянні нижче на 10% від величини прискорення, отриманого при типовій схемі сприйняття навантаження хребтовою балкою вагона.

Для забезпечення міцності кришок люків напіввагона, як одного з найбільш пошкоджуваних елементів кузова, запропоновано їх поліматеріальне виконання. Для сприйняття динамічних навантажень від вантажу між листами кришки розміщуються пружні елементи. З урахуванням удосконалення конструкційних особливостей кришки люка стає можливим знизити її динамічну навантаженість при найбільш несприятливому експлуатаційному режимі на 50% [2].

З метою можливості перевезення напіввагона на залізничному поромі у міжнародному сполученні на його шворневих балках встановлені вузли для закріплення ланцюгових стяжок [3]. Результати проведених досліджень показали, що з урахуванням закріплення напіввагона на палубі за запропоновані вузли, напруження в несучій конструкції нижчі за ті, що виникають у типовій конструкції вагона майже на 40%.

Проведені дослідження щодо створення інноваційного концепту кузова напіввагона дозволяють зробити висновок, що запропоновані заходи щодо удосконалення сприятимуть зменшенню динамічної навантаженості вагона при експлуатаційних режимах.

Література

1. Fomin O. V., Lovska A. O., Plakhtii O. A., Nerubatskyi V. P. The influence of implementation of circular pipes in load-bearing structures of bodies of freight cars on their physico-

- mechanical properties. Scientific Bulletin of National Mining University, 2017, Vol. 6. P. 89 – 96.
2. Oleksij Fomin, Juraj Gerlici, Alyona Lovska, Mykola Gorbunov, Kateryna Kravchenko, Pavlo Prokopenko, Vladimir Hauser. The improved hatch cover construction for universal open box-type wagon from the strength and durability point of view. MANUFACTURING TECHNOLOGY. 2019, Vol. 19, No. 2. P. 216 – 221.
 3. Alyona Lovskaya Juraj Gerlici, Oleksij Fomin, Kateryna Kravchenko, Pavlo Prokopenko, Tomas Lack. Improvement of the bearing structure of the wagon-platform of the articulated type to ensure the reliability of the fixing on the deck of the railway ferry. MATEC Web of Conferences “XXIII Polish-Slovak Scientific Conference on Machine Modelling and Simulations (MMS 2018)”. 2019. Vol. 254.

ІННОВАЦІЙНИЙ КОНЦЕПТ КУЗОВА НАПІВВАГОНА

Фомін О. В., Горбунов М. І., Ловська А. О.

Висвітлені особливості створення інноваційного концепту кузова напіввагона. При створенні несучої конструкції напіввагона враховані інноваційні рішення, спрямовані на зменшення динамічної навантаженості при найбільш несприятливих режимах: маневрове співударяння, падіння вантажу на кришки люків при завантаженні кузова, перевезення вагона на залізничному поромі. При цьому використані принципово-нові конструкційні рішення, які підтверджені результатами розрахунків динаміки, міцності, втомної міцності. Проведені дослідження сприятимуть зменшенню витрат на виготовлення та експлуатацію напіввагонів, а також підвищенню ефективності їх використання.

Ключові слова: напіввагон; несуча конструкція; динамічна навантаженість; міцність; інноваційні технічні рішення.

ИННОВАЦИОННЫЙ КОНЦЕПТ КУЗОВА ПОЛУВАГОНА

Фомин А. В., Горбунов Н. И., Ловская А. А.

Освещены особенности создания инновационного концепта кузова полувагона. При создании несущей конструкции полувагона учтены инновационные решения, направленные на уменьшение его динамической нагруженности при наиболее неблагоприятных режимах: маневровое соударение, падение груза на крышки люков при загрузке кузова, перевозка вагона на железнодорожном пароме. При этом использованы принципиально-новые конструкционные решения, которые подтверждены результатами расчетов динамики, прочности, усталостной прочности. Проведенные исследования будут способствовать уменьшению затрат на изготовление и эксплуатацию полувагонов, а также повышению эффективности их использования.

Ключевые слова: полувагон; несущая конструкция; динамическая нагруженность; прочность; инновационные технические решения.

INNOVATIVE CONCEPT OF THE OPEN WAGON BODY

Fomin O. V., Gorbunov M. I., Lovska A. O.

The features of creating an innovative concept of an open wagon body are highlighted. When creating the supporting structure of the body, innovative solutions were taken into account aimed at reducing the dynamic loading under the most unfavorable conditions: shunting collision, falling of the load on the hatch covers when loading the body, transportation of the wagon on a railway ferry. At the same time, fundamentally new structural solutions were used, which were confirmed by the results of calculations of dynamics, strength, fatigue strength. The research carried out will help to reduce the costs of manufacturing and operating open wagon, as well as to increase the efficiency of their use.

Key words: open wagon; carrying structure; dynamic loading; strength; innovative technical solutions.

УБЕЗПЕЧЕННЯ РУХУ ШВИДКІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ КОМБІНОВАНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Дьомін Ю. В., Дьомін Р. Ю., Черняк Г. Ю., Ноженко В. С.

Виходячи з негативної техніко-економічної ситуації, що склалась в галузі залізничного транспорту України, можна стверджувати, що перспективи підвищення конкурентоспроможності залізниць на ринку транспортних послуг мають бути пов'язані з технічним переозброєнням залізниць на основі впровадження прогресивних перевізних технологій. До таких технологій відносяться інтермодальні та інтегровані перевезення вантажів за комбінованими схемами [1]. Основу комбінованого транспорту становлять контрейлерні та контейнерні перевезення. Організація цих перевезень становить необхідну умову для прискореного розвитку транспортного комплексу та інтеграції вітчизняних залізниць у загальноєвропейську транспортну систему.

Україна має унікальний досвід контрейлерних перевезень у міжнародному сполученні. У 90-х роках об'єднаними зусиллями залізничних наукових центрів і вагонобудівних підприємств були реалізовані проекти, завдяки яким було сформовано парк спеціалізованих вагонів власності Центру транспортного сервісу «Ліски». Тоді ж вперше була проведена серія дослідно-презентаційних рейсів за маршрутами Дніпропетровськ-Чоп-Захонь (Угорщина)-Київ і Луганськ-Ковель-Славкув (Польща). У цих поїздах були випробувані нові способи розміщення та кріплення автопоїздів на платформах, за якими в рамках ОСЖД за ініціативою української сторони були розроблені спеціальні правила. У подальшому, завдяки реалізації науково-технічних проектів, з цих вагонів формувалися поїзди комбінованого транспорту «Ярослав» і «Вікінг».

Перспективи розвитку комбінованого транспорту суттєво залежать від організації швидкісного руху за умови гарантованої безпеки руху й схоронності вантажу. При цьому швидкісний рухомий склад повинен повною мірою відповідати міжнародним вимогам як за рівнем комфорту, так і за показниками безпеки руху. У контексті вирішення завдань техніко-технологічного забезпечення сталого розвитку комбінованих перевезень гострої актуальності набувають дослідження динамічних показників безпеки руху швидкісного рухомого складу. При цьому потрібно зауважити, що діючі нормативні документи, на підставі яких виконуються роботи з проектування і модернізації рухомого складу, орієнтують виробників промислових і ремонтних підприємств на застарілі підходи до контролю якості та допуску до експлуатації рухомого складу. Тому в даний час край необхідно прискорити вирішення питань оновлення нормативної документації, яка повинна складати основу для створення і приймання одиниць рухомого складу за сучасними вимогами.

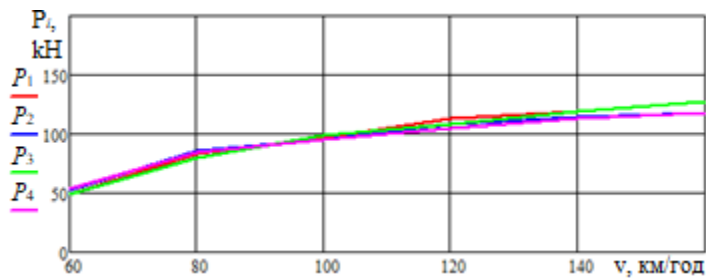
З порівнянь нормативних вимог стосовно оцінки динамічних якостей та дії на колію рухомого складу колії 1520 мм, з одного боку, та відповідних європейських нормативних документів, з другого, можна констатувати про значне розходження у підходах як до розрахункових випадків, так і до оцінки ходових властивостей рухомого складу. На відміну від норм, які діють на залізницях колії 1520 мм, європейські нормативні документи більш інтегровані й систематично оновлюються, підтримуючи нові підходи до проектування і ґрунтуючись на сучасних досягненнях науки і техніки. Звідси виникає необхідність у гармонізації вітчизняної нормативної бази для створення нової техніки залізниць. Зокрема рекомендується доповнити систему оцінки безпеки руху за Нормами [2] показниками, що застосовуються для оцінки стійкості рухомого складу колії 1435 мм, а саме: критерієм Надаля (відношення бокової та вертикальної сил взаємодії коліс з рейками); значення суми направляючих сил; прискореннями кузова і ходових частин у горизонтальному та вертикальному напрямках; критерієм Прюдона (показник стійкості рейко-шпальної решітки від зсуву); показником опору поворотам візка відносно рами кузова [3, 4].

Виходячи з об'єктивної необхідності розвитку швидкісних контейнерних та контрейлерних перевезень постає науково-технічна проблема розробки технічних рішень щодо застосування візків принципово нових конструкцій. Пропоновані технічні рішення мають обґрунтовуватись результатами комплексних досліджень динаміки руху вантажних вагонів з акцентом на досягнення показників силової дії на колію на рівні однойменних показників пасажирських вагонів.

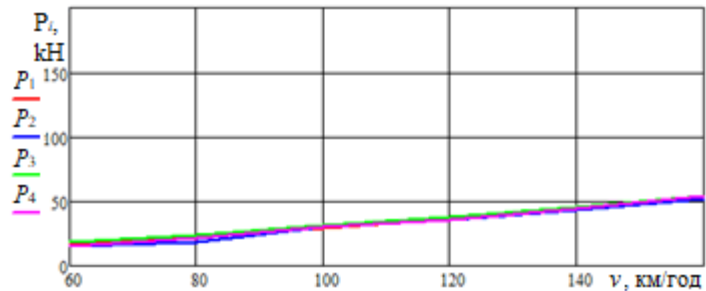
Для дослідження впливу на колію вагонів-контейнеровозів з різними ходовими частинами вибрано вагон-платформа моделі 13-7024 з двома варіантами обладнання ходовими частинами, а саме триелементними візками моделі 18-100, якими переважно обладнуються вагони колії 1520 мм, і візками, які за конструкцією подібні до візків типу Y25 вагонів колії 1435 мм. Конструкційна особливість візків типу Y25 полягає у системі буксового ресорного підвішування, яке складається з комплектів різновисоких дворядних пружин і фрикційних гасителів коливань типу Lepoig. Силова характеристика ресорного підвішування візка відбиває білінійність залежності «сила-прогин».

За результатами дослідження вертикальної динаміки платформ завантажених контейнерами отримано розрахункові значення відповідних показників. На рис. 1 представлено графіки залежностей від швидкості руху платформ сил взаємодії колісних пар з колією P_i ($i = 1 \dots 4$).

Як видно з результатів розрахунків, рівень силової дії на колію платформи на візках моделі 18-100 (рис. 1а) при заявленій конструкційній швидкості 120 км/год у три рази перевищує максимальні сили взаємодії з колією платформи на візках типу Y25 (рис. 1б). Отже за проведеною розрахунковою оцінкою динамічні якості платформи на візках типу Y25 значно перевищують динамічні якості платформи на візках моделі 18-100, зокрема, за такими важливими показниками, які характеризують силовий вплив на колію.



a



б

Рис. 1. Сили взаємодії колісних пар з колією:

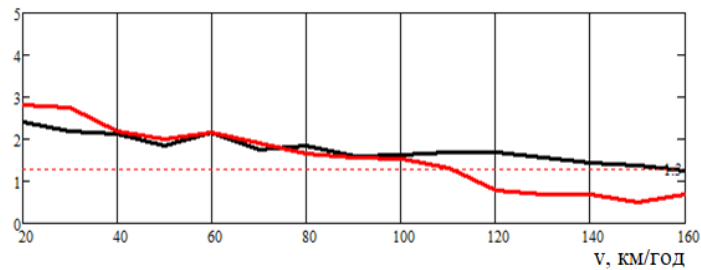
a – платформа на візках моделі 18-100, *б* – платформа на візках типу Y25

Для оцінки стійкості в рейковій колії вагонів для швидкісних контейнерних перевезень у якості об'єктів дослідження прийнято такі ж самі два варіанти обладнання вагона-платформи моделі 13-7024 ходовими частинами як це розглянуто вище. Оцінювання динамічних якостей вагонів проведено з застосуванням технології імітаційного моделювання, що забезпечує визначення динамічних показників в усьому спектрі експлуатаційних умов [5]. На підставі результатів моделювання проведено порівняльну оцінку динамічних показників вагона-платформи на візках зазначених типів.

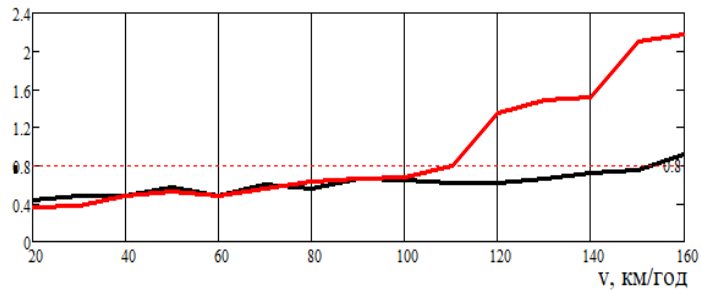
Виходячи з визначальності для оцінки безпеки руху поїздів вантажних вагонів у порожньому стані, головну увагу приділено динамічним характеристикам порожніх вагонів-платформ. Проведено зіставлення динамічних показників безпеки руху, а саме коефіцієнтів запасу стійкості колісних пар від сходження з рейок і показників Надаля. На рис. 2 червоними лініями позначено показники безпеки руху вагона на візках моделі 18-100, чорними – на візках типу Y25.

Як видно з розрахункових даних (рис. 2*a*), значення коефіцієнта запасу стійкості колісних пар вагона на візках типу Y25 перевищують граничне значення 1,3 при швидкостях руху до 160 км/год, тоді як запас стійкості вагона на візках моделі 18-100 вичерпується при швидкості руху $V = 110$ км/год. Оцінка безпеки руху за показником Надаля (рис. 2*б*), граничне значення якого становить 0,8, співпадає з наведеною вище за Нормами. Отже отримані показники безпеки руху як за нормами, що діють на залізницях колії 1520 мм, так і за стан-

дартами ЄС, узгоджуються між собою за висновком щодо допустимих швидкостей руху розглянутих вагонів-платформ у порожньому стані.



а



б

Рис. 2. Показники безпеки руху:

а – коефіцієнт запасу стійкості колісних пар від сходження з рейок, б – показник Надаля

Таким чином, за результатами динамічних розрахунків встановлено значні переваги оснащення спеціалізованих вагонів-платформ візках з буксовим ресорним підвішуванням з точки зору збереженості колії та запасу стійкості від сходження колісних пар з рейок у порівнянні з традиційними технічними рішеннями. З метою розвитку швидкісних комбінованих перевезень рекомендовано застосування в якості ходових частин транспортних засобів візків означеного типу.

Література

1. Дьомін Ю.В. Залізнична техніка міжнародних транспортних систем (вантажні перевезення). – К.: Юнікон-Прес, 2001. – 342 с.
2. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). М.: ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996. – 154 с.
3. Testing and Approval of Railway Vehicles from the Point of View of their Dynamic Behaviour : Safety – Track fatigue – Ride quality : UIC Code 518. – International Union of Railways. September 2009. – 119 p.
4. Railway applications – Testing for the acceptance of running characteristics of railway vehicles – Testing of running behaviour and stationary tests : European Standard 14363. June 2005. – 113 p.

5. Pogorelov D.Yu. Simulation of Rail Vehicle Dynamics with Universal Mechanism Software. // Rail vehicle dynamics and associated problems. Gliwice: Silesian University of Technology. 2005. Pp. 13-58.

УБЕЗПЕЧЕННЯ РУХУ ШВИДКІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ КОМБІНОВАНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Дьомін Ю.В., Дьомін Р.Ю., Черняк Г.Ю., Ноженко В.С.

В статті обговорено питання технічного забезпечення безпеки руху транспортних засобів для швидкісних комбінованих перевезень. За результатами дослідження динаміки спеціалізованого вагона-платформи з двома варіантами ходових частин встановлено суттєві переваги за показниками безпеки руху і дії на колію варіанта застосування візків з буксовим підвішуванням у порівнянні з випадком традиційного технічного рішення, пов'язаного з використанням триелементних візків.

Ключові слова: комбінований транспорт, безпека руху, динамічні показники, ходові частини.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ СКОРОСТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ПЕРЕВОЗОК

Дёмин Ю.В., Дёмин Р.Ю., Черняк А.Ю., Ноженко В.С.

В статье обсуждены вопросы технического обеспечения безопасности движения транспортных средств для скоростных комбинированных перевозок. По результатам исследования динамики специализированного вагона-платформы с двумя вариантами ходовых частей установлены существенные преимущества по показателям безопасности движения и воздействия на путь варианта применения тележек с буксовым подвешиванием по сравнению со случаем традиционного технического решения, связанного с использованием трехэлементных тележек.

Ключевые слова: комбинированный транспорт, безопасность движения, динамические показатели, ходовые части.

ENSURING THE SAFETY OF MOVEMENT OF HIGH-SPEED VEHICLES FOR COMBINED TRANSPORT

Domin Yu.V., Domin R.Yu., Cherniak A.Yu., Kohshenko V.S.

The article discusses the technical support of motion safety of railway vehicles for high-speed combined transport. According to the results of the study of the dynamics of a specialized car-platform with two versions of the running gears, significant advantages are established in terms of motion safety and impact on the track of use of bogies with axle-box suspension compared with the case of a traditional technical solution associated with the use of three-piece bogie.

Keywords: combined transport, motion safety, dynamic indicators, running gears.

СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ НЕСПРАВНОГО ГАСИТЕЛЯ КОЛИВАНЬ**Горбунов М. І., Герліці Ю., Кравченко К. О., Діжо Я. Я.**

Діагностика та контроль технічного стану об'єктів залізничного транспорту є невід'ємним атрибутом його функціонування, адже завдяки всебічному контролю досягається необхідний рівень надійності, безпеки та стабільності перевезень вантажів та пасажирів. Важливим параметром технічного стану рухомого складу, що визначає показники комфорту та впливає на безпеку руху залізничного транспорту, є ефективність роботи гасителів коливань [1, 2].

Гасителі коливань призначені для компенсації сил, що утворюють коливання кузова рейкового рухомого складу при русі. Гасіння енергії коливань кузова необхідно виконувати одразу в трьох напрямках відносно прямолінійного руху самого рейкового транспортного засобу, відповідно кількість встановлених на локомотиві гасителів може досягнути 32 одиниці [3].

При несправному стані гасителів коливань ресорне підвішування не забезпечує експлуатацію транспортного засобу із заданою плавністю ходу та може загрожувати безпеці руху. Наявність дефектного гасителя коливань підвищує зношення елементів рухомого складу, негативно впливає на колію та приводить к необхідності зниження швидкості руху [4]. У зв'язку із відсутністю необхідної методології визначення несправності гасителів коливань при експлуатації, на практиці виникають ситуації, коли 50% несправних гасителів коливань приходить на один локомотив [2, 5]. Однією з вагомих характеристик працюючого гасителя коливань є зміна його температури або градієнту швидкості його нагріву при русі рухомого складу.

Для діагностування несправностей гідравлічні гасителі коливань проходять технічне обслуговування в рамках системи планово-попереджувальних ремонтів. Передчасні їх відмови виявляються в ході планових оглядів, при цьому, як правило, звертають увагу на сліди масла і зовнішні пошкодження. В даний час дослідження демпфуючої здатності в більшості дослідженнях виконується тільки по робочим характеристикам, відповідно по вторинним даним, при побудові яких як по робочим діаграмам, так і експериментально, допускаються суттєві неточності, що не дає достатньо адекватного уявлення про реальну картину поглиненої і розсіяної гасителями коливань енергії за цикл колівального руху транспортного засобу [6].

Тому ведуться пошуки методів випробування гасителів коливань безпосередньо на рухомому складі. Такі рішення дозволять визначати несправні гасителі коливань в процесі експлуатації та виконувати заміну їх.

Відомо метод проведення моніторингу технічного стану гасителів коливань по значенням прискорень колівального руху непідресореної маси транспортного засобу при проїзді нерівностей [7]. Даний метод передбачає порівняння інфо-

рмації від датчиків, які вимірюють прискорення коливального руху невіднесеної маси транспортного засобу при проїзді нерівностей та датчиків, закріплених на кузові, в зоні колісних арок. Мікроконтролером виконується обробка результатів з використанням математичного апарату спектрального аналізу. При виникненні розбіжності теоретичної і експериментальної спектральної щільності вертикальних прискорень піднесеної маси мікроконтролер подає сигнал на інформаційне табло, яке показує, який гаситель коливань вийшов з ладу.

Діагностичними параметрами, які характеризують технічний стан гасителів є необхідна кількість робочої рідини, інтенсивність інфрачервоного випромінювання від нагрівання і шумовий фон дроселювання рідини. Вимірювання цих параметрів здійснюються на діагностичних приладах.

Для визначення нагріву гасителів коливань може бути використаний радіометр. При роботі гаситель нагрівається і випромінює інфрачервоні промені, які вловлюють приймачем. Після посилення і перетворення в радіометрі вони реєструються стрілкою індикатора. За рівнем нагріву індикатор визначається працездатність гасителя коливань.

Розробка способу визначення несправного гасителя коливань.

Основною проблемою при використанні даних способів визначення несправного гасителя коливань є неможливість виявити несправний гаситель коливань в процесі експлуатації. Як відомо одним з розширених дефектів гасителів коливань є витікання робочої рідини. В результаті рухомий склад рухається з непрацюючими гасителями до технічного обслуговування транспортного засобу. Відповідно, погіршується динаміка, плавність ходу, комфорт та підвищується вплив на колію.

В основу досліджень поставлено задачу зниження матеріальних витрат, трудомісткості технічного обслуговування, підвищення якості проведеного технічного обслуговування, зниження часу на відновлення справного (працездатного) стану транспортних засобів при своєчасному виявленні непрацюючих гасителів та подальшої їх заміни в процесі експлуатації, підвищення економічної ефективності експлуатації залізничного транспорту та допомога перевізникам застрахувати себе від нещасних випадків на залізниці та поломок під час експлуатації.

Пропонується спосіб визначення несправного гасителя коливань який полягає у наступному.

1. Для визначення несправності гасителя коливань в експлуатації, встановлений гаситель коливань фарбують термочутливою фарбою, активною до температури.

Термочутливі фарби при нагріванні змінюють свою кристалічну решітку, і, як наслідок - колір (через зміни спектра поглинання внаслідок фазового переходу). Однією з форм випуску термоіндикаторів фарб є воскові олівці.

2. Встановлюють датчики реєстрації температури навколишнього середовища, температури гасителя коливань та зміни кольору гасителя коливань, які з'єднуються з блоком обробки даних (БОД). Програмне забезпечення БОД в за-

лежності від температури навколишнього середовища розраховує допустиму теплоту працездатного гасителя колівань.

3. Перевіркою є датчик визначення кольору гасителя колівань, який реагує на зміну фарби гасителя колівань. Програмне забезпечення обробляє інформацію з цього датчику та порівнює з датчиком температури.

4. Після обробки інформації в блоку обробки даних, інформація о працездатності гасителів колівань висвічується на дисплеї управління рухомої одиниці.

5. Для додаткової перевірки працездатності гасителя колівань працівник виконує зовнішній огляд гасителів колівань та по його кольору, відразу після зупинки рухомого складу, підтверджує стан гасителів колівань та заносить до журналу порух.

Висновки. За результатами проведеного дослідження встановлено, що в процесі експлуатації виходять з ладу велика частина гасителів колівань. Дане явище погіршує ходові якості рейкового транспортного засобу і погіршує динаміку руху. Для усунення непрацюючих гасителів колівань існують багато методів, проте основні з них використання стендового обладнання. При цьому необхідно знімати гаситель колівань з рейкового рухомого складу. Це ускладнює процедури виявлення несправного гасителя колівань. Для проведення діагностики гасителів на рухомому складі запропонований метод, заснований на оцінці температури гасителя колівань. Даний метод дозволяє:

- знизити матеріальні витрати;
- знизити трудомісткість технічного обслуговування;
- підвищити якість проведеного технічного обслуговування;
- знизити час на відновлення справного (працездатного) стану транспортних засобів при своєчасному виявленні непрацюючих гасителів та подальшої їх заміни в процесі експлуатації;
- підвищити економічність експлуатації залізничного транспорту та допомогти перевізникам застрахувати себе від нещасних випадків на залізниці та поломок під час експлуатації.

Подяка

This research was supported by the Slovak Research and Development Agency of the Ministry of Education, Science, Research and Sport of the Slovak Republic in Educational Grant Agency of the Ministry of Education of the Slovak Republic in the project No. VEGA 1/0558/18: Research of the interaction of a braked railway wheelset and track in simulated operational conditions of a vehicle running in a track on the test bench, by the Cultural and Educational Grant Agency of the Ministry of Education of the Slovak Republic in the project No. KEGA 023ŽU-4/2020: Development of advanced virtual models for studying and investigation of transport means operation characteristics.

Література

1. Шегедін П.А., Єременко В.С., Переїденко А.В. Розробка системи діагностики демпфувальних характеристик гасників колівань рухомого складу // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 5/7 (71), 2014. – С. 10–15.

2. Wang, Yi-Xuan, Chen, En-Li, Qi, Zhuang, Liu, Peng-Fei, Zhang, Lin. Analysis of dynamic behaviour of high-speed railway vehicle with faulty anti-hunting damper. Journal of Advances in Vehicle Engineering 3(3) 2017. ISSN: 2423-7345.
3. Боряк К.Ф., Манзарук М.А. Различные подходы к оценке технического состояния гидравлических гасителей колебаний // Четвертая международная партнерская конференция «Инновационные решения для железнодорожного подвижного состава: практика, результаты внедрения» EUROTRAIN-2013, 10-15 мая, Ялта, 2013. – С. 53–58.
4. Шкодун П.К. Диагностирование технического состояния гидравлических гасителей колебаний при ремонте и обслуживании подвижного состава / Дис. к.т.н.: 05.22.07. - Омский государственный университет путей сообщения, Омск, 2002. – 190 с.
5. Боряк К.Ф., Манзарук М.А. Оценка работы испытательного стенда «ИГК-90.1» и диагностика результатов испытаний гидравлических гасителей колебаний // Журнал «Техническая диагностика и неразрушающий контроль». №2, 2013. – С. 1 – 6.
6. Рыков С.П., Тарасюк В.Н., Ковальс В.С., Куприянов А.П. Моделирование и оценка демпфирующей способности гидравлических амортизаторов // Системы. Методы. Технологии. – № 4 (20), 2013. – С. 27-32.
7. Остренко А.Г. Повышение надёжности системы подвески автомобилей путём мониторинга технического состояния амортизаторов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – № 1 (53) 2017. – С. 171- 174.

СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ НЕСПРАВНОГО ГАСИТЕЛЯ КОЛИВАНЬ

Горбунов М. І., Герліці Ю., Кравченко К. О., Діжо Я. Я.

У статті розглядається питання визначення несправного гасителя коливань в процесі експлуатації. Представлений аналіз методів діагностики гасителів коливань. Встановлено, що найчастіше для визначення несправного гасителя коливань виконують стендові випробування. Представлено інноваційний спосіб визначення несправного гасителя коливань заснованого на оцінці температури гасителя коливань в процесі експлуатації та видачі інформації по його працездатності та рекомендацій по його заміні.

Ключові слова: гаситель коливань, діагностування, температура.

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕИСПРАВНЫХ ГАСИТЕЛЕЙ КОЛЕБАНИЙ

Горбунов Н. И., Герлицы Ю., Кравченко Е. А., Дижо Я. Я.

В статье рассматривается вопрос определения неисправного гасителя колебаний в процессе эксплуатации. Представлен анализ методов диагностики гасителей колебаний. Установлено, что чаще всего для определения неисправного гасителя колебаний производят стендовые испытания. Представлен инновационный способ определения неисправного гасителя колебаний, основанный на оценке температуры гасителя колебаний в процессе эксплуатации и представлении информации по его работоспособности и рекомендаций по его замене.

Ключевые слова: гаситель колебаний, диагностирование, температура.

METHOD FOR DETERMINING DEFECTIVE DAMPERS

Gorbunov M., Gerlici J., Kravchenko K., Dizo J.

The article discusses the issue of determining a defective damper during operation. The analysis of diagnostic methods for dampers is presented. It has been established that bench tests are most often performed to determine a defective damper. An innovative method for determining a defective damper is presented, based on an assessment of the damper temperature during operation and providing information on its performance and recommendations for its replacement.

Keywords: damper, diagnosis, temperature.

ВИКОРИСТАННЯ IBM WEBSPHERE RFID ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ НА ДІЛЯНЦІ РУХУ ЗАЛІЗНИЦІ

Кічкін О. В., Кічкіна О. І.

Важливу роль у створенні інтелектуальних транспортних систем залізничного транспорту відіграє інтелектуальна інфраструктура на ділянці руху залізниці. Особливе значення при цьому мають програмно-апаратні засоби, що забезпечують ідентифікацію об'єктів, що рухаються ділянкою або розташовані на ній. Для цього в більшості випадків використовують технологію RFID.

WebSphere Premises Server RFID (тут і далі в тексті Premises Server) - це рішення корпоративного класу, що забезпечує об'єднання і аналіз інформації, яка надходить з радіочастотних та інших датчиків в реальному часі. Крім того, це рішення включає засоби захищеного обміну повідомленнями, управління даними і системами, необхідними для розгортання масштабованого рішення по управлінню даними датчиків, що підтримують високу продуктивність транзакцій в процесі розширення проєктів.

Premises Server приймає RFID-події з одного або декількох пристроїв Device Infrastructure Edge, потім об'єднує і обробляє події і робить їх доступними для серверних додатків. Він забезпечує точку інтеграції для доступу і роботи з RFID-подіями додатків, який вміє працювати з RFID-подіями. Наприклад, додаток може обробити подію читання тега сервером Premises Server і, ґрунтуючись на події, що міститься в ID тега, визначає, чи приписаний продукту очікуваний RFID-тег. Потім він може виконати API на Premises Server для прийому подій читання, що могло б вказати відповідному Edge-пристрою переключити світлову сигналізацію з одного кольору на інший.

Premises Server - це J2EE-рішення (Java™ 2 Extended Edition), що виконується на WebSphere Application Server. Він містить компонент Service Management Framework (SMF) та міст (bridge), який працює як проміжна ланка між J2EE-додатками і Device Infrastructure Edges. Взаємодія з Edge здійснюється через міст на Premises Server (надається компонентом Premises SMF) і міст на Edge. Міст на Premises Server перетворює сполучення між форматом повідомлень Edge і JMS-форматом Premises Server. Перетворені повідомлення, що приймаються з Edges, поміщаються в чергу повідомлень MQ і передаються в J2EE-додатки Premises Server для обробки. JMS-повідомлення, призначені для Edge, приймаються з J2EE-додатків Premises Server через MQ-чергу, перетворюються мостом, і передаються до відповідного Edge-мосту для розподілу Edge-компонентів для обробки [3].

IBM RFID-рішення WebSphere забезпечує інфраструктуру для обробки RFID-подій. Воно включає компоненти, які взаємодіють з RFID-пристроями, та-

кими як зчитувачі та принтери, управляють пристроями вводу / виводу (I / O), фільтрують і обробляють RFID-події, передають і приймають дані з серверних систем. RFID-рішення WebSphere містить два компоненти: IBM WebSphere RFID Premises Server і WebSphere RFID Device Infrastructure (див. рис. 1).

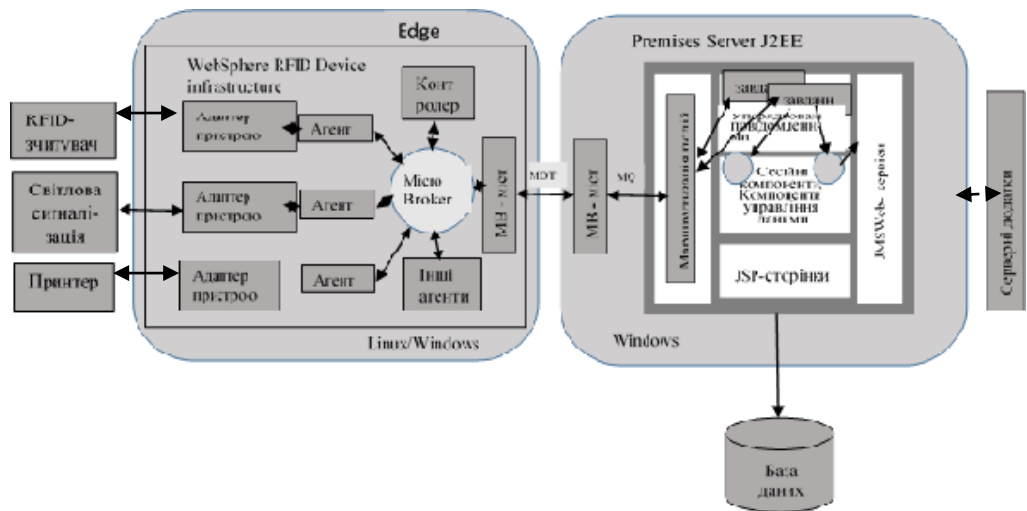


Рис. 1. Взаємодія WebSphere RFID та WebSphere Premises Server

WebSphere RFID Device Infrastructure (тут і далі звана Device Infrastructure) надає компоненти, які взаємодіють з керуючими апаратними RFID-пристроями. Всі разом компоненти Device Infrastructure часто називають Edge, оскільки вони розгортаються поблизу від RFID-пристроїв на кордоні (edge) мережі. Ці компоненти отримують теги з RFID-зчитувачів, створюють і надають завдання RFID-принтерам і управляють пристроями вводу / виводу (I / O), наприклад світловою сигналізацією (light trees). Крім взаємодії з RFID-пристроями компоненти інфраструктури RFID Device фільтрують і об'єднують RFID-події, такі як читання тегів, і направляють ці події на WebSphere Premises Server.[3]

RFID-рішення WebSphere надає два стартових набори програм (starter kits), або сценаріїв використання, які можуть бути розширені для забезпечення додаткових функціональних можливостей, які відповідають вимогам користувачів. Стартовими наборами, що поставляються з RFID-рішенням WebSphere, є:

- Стартовий набір Dock Door Receiving надає функції, необхідні для отримання і обробки елементів з приєднаними RFID-тегами. До таких функцій відносяться: взаємодія з RFID-зчитувачем для отримання подій читання тега, фільтрація і об'єднання подій читання, перевірка подій читання і надання візуальних і аудіо-індикаторів, що сигналізують про отримання або відхилення подій читання.

- Стартовий набір Print, Verify, and Ship надає функції, необхідні для роздрукування RFID-міток, об'єднання елементів в контейнери, перевірки того, що го-

тові до відправки контейнери містять належні елементи, і для генерування звітів по відправці.

RFID Device Infrastructure надає як виконуючу систему, так і середовище розробки. Виконуюча система містить кілька адаптерів пристроїв, створених фірмою IBM, які підтримують зчитувачі і пристрої виводу(запису) провідних постачальників RFID-обладнання (див. рис. 2). Ці адаптери забезпечують необхідні функції для взаємодії з апаратними пристроями і виконання команд. У кожного адаптера є відповідний агент, що містить логіку, специфічну для сценаріїв використання RFID-рішення WebSphere. Виконуюча система містить кілька інших агентів, що виконують різні функції, необхідні для сценаріїв використання RFID-рішення WebSphere. Ці функції варіюються від фільтрації і об'єднання подій читання тегів до управління пристроями вводу / виводу, такими як світлова сигналізація і датчики руху.

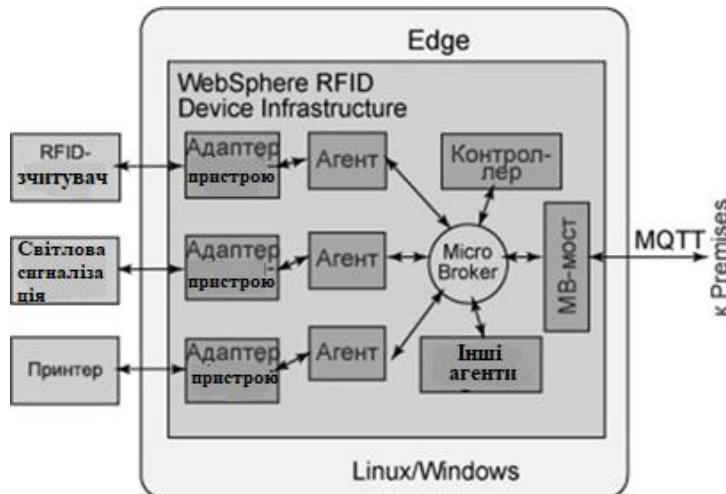


Рис. 2. Виконуюча система WebSphere RFID

Виконуюча система Device Infrastructure містить механізм, що зветься MicroBroker. Агенти взаємодіють один з одним за допомогою повідомлень, що проходять через MicroBroker. Повідомлення публікуються в конкретну тему. Агент підписується на теми та публікує повідомлення в них згідно їх функціональності. Наприклад, агент зчитувача міг би опублікувати повідомлення, яке вказує на те, що відбулася подія читання тегу, в тему device / reader / L1 / signal / tags. Агент, відповідальний за фільтрацію подій читання тегів, міг би підписатися на цю тему, відфільтрувати повторювані події читання тегів і опублікувати інше повідомлення для кожної події читання унікального тегу ще в одній темі, наприклад, receiving / portal / L1 / signal / tags.

MicroBroker має компонент - міст (bridge), який дозволяє повідомленням передаватися від одного MicroBroker іншому по протоколу MQTT. Цей міст є

механізмом, який використовується для передачі повідомлень між Edge та Premises Server. Мости Premises Server і Edge налаштовуються повідомленнями, які можуть передаватися і прийматися ними. Міст Premises Server налаштовується додатковими параметрами, що вказують йому викликати функції, які перетворюють одержувані повідомлення з Edge-формату (тема / значення) в XML-формат і передають повідомлення в чергу JMS-повідомлень.

Компоненти Device Infrastructure реалізуються на Java та виконуються в IBM Service Management Framework (SMF). SMF - це реалізація специфікації Open Services Gateway Initiative (OSGi) [3].

Коли користувачі реалізують RFID-рішення WebSphere, вони отримують Device Infrastructure разом з покупкою пристрою, що підтримує Device Infrastructure. Щоб використовувати новий RFID-пристрій (наприклад, зчитувач тегів) з IBM RFID-рішеннями Websphere, потрібно створити новий агент Device Infrastructure і адаптер для цього пристрою. У нашому випадку для RFID-зчитувача тегів Sirit™ INfinity 510.

Загальна послідовність при цьому наступна:

1. Створити адаптер пристрою, використовуючи Device Infrastructure Device Kit. Ви повинні реалізувати транспортний компонент Device Kit і компонент пристрою для вашого апаратного пристрою.

2. Створити агента пристрою, що реалізує сценарій використання, в якому бере участь ваш апаратний пристрій (Dock Door Receiving або Print, Verify, and Ship).

Кінцева апаратура і датчики визначають інформаційні потоки, що реалізують збір, обробку та відповідне використання їх для конкретних цілей управління рухом поїзда на ділянці. Ці потоки використовують формат потоків даних, розроблений виробником базового програмного забезпечення та відповідної кінцевої апаратури. Для розробки програм, які взаємодіють з цими пристроями, необхідно написати код для виконання наступних дій:

- Установка каналів обміну інформацією, наприклад, TCP / IP або COM-порт RS232.
- Здійснення запиту (або команди) пристроїв.
- Моніторинг потоків відповідних даних від пристрою.
- Збір і синтаксичний аналіз отриманих потоків даних і активізація відповідних тригерів для необхідної реакції.

Апаратні RFID-рішення для руху поїзда по ділянці шляху складаються з декількох типів датчиків і пристроїв перетворення, таких як RFID-мітки (теги) і зчитувачі, візуальні індикатори, вимикачі та датчики. Різновидом також є GPS-пристрій - тип датчика, який може надати інформацію про місцезнаходження рухомого складу. Для підключення та обміну даними з пристроями необхідний контролер для управління ними.

Кінцевий контролер RFID передає дані в Premises Server, який виступає в ролі посередника між кінцевими пристроями та корпоративними серверами.

Premises Server обробляє дані і перетворює їх в значимі для використання зокрема в тягових розрахунках для ділянки руху поїзда.

Між кінцевим контролером RFID і використовуваними серверами з'являється шина повідомлень, що складається з WebSphere Connection Server Micro Edition і Enterprise Service Bus.

Завдяки такій архітектурі, дані передаються з кінцевого контролера RFID на сервери надійно і злагоджено.

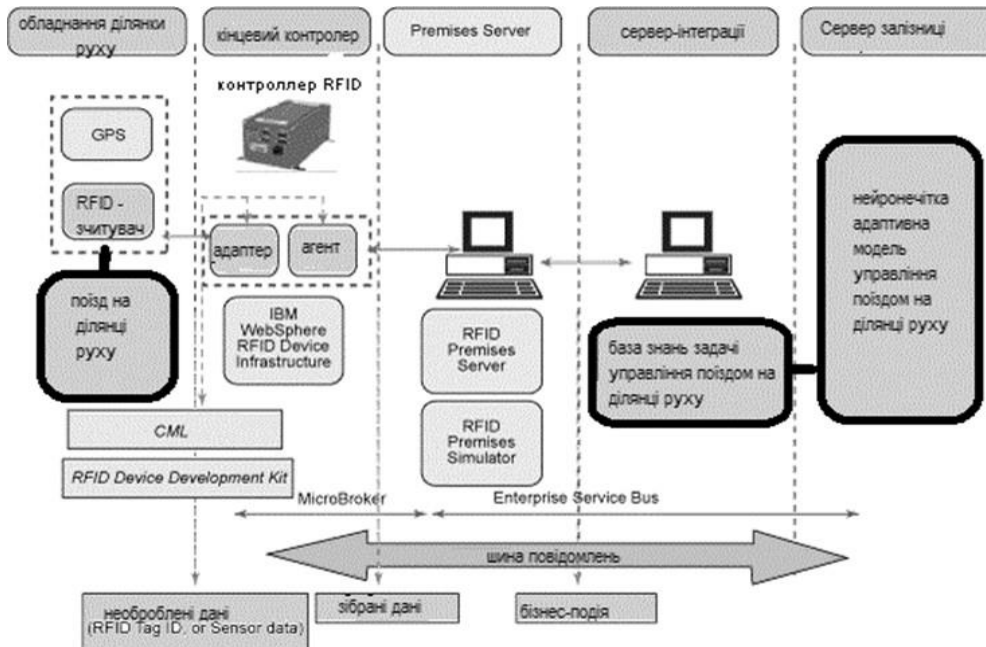


Рис. 3. Архітектура інтелектуальної системи на ділянці залізниці

На рисунку 3 показана типова архітектура інтелектуальної системи на ділянці залізниці для інформаційного забезпечення її функціонування. Накопичення інформації відбувається на сервері-інтеграції, а обчислення та моделювання управління на корпоративному сервері залізниці або в бортовому комп'ютері локомотива.

Література

1. Клаус Финкенцеллер «Справочник по RFID. Теоретические основы и практическое применение индуктивных радиоустройств, транспондеров и бесконтактных чип-карт» Изд-во: «Додэка XXI», 2008. 496 с.
2. Кичкин А.В. Использование технологии RFID в диспетчеризации промышленного железнодорожного транспорта. Вісник СНУ імені Володимира Даля. №7(125). 2008. ч.1. С. 81-86.
3. IBM WebSphere RFID Handbook

ВИКОРИСТАННЯ IBM WebSphere RFID ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ НА ДІЛЯНЦІ РУХУ ЗАЛІЗНИЦІ

Кічкін О. В., Кічкіна О. І.

Стратегічним напрямом розвитку транспортних систем взагалі та транспортних систем залізничного транспорту у тому числі є розвиток їх інтелектуальної складової. Зокрема, це стосується створення та розвитку інтелектуальної інфраструктури відповідної ділянки руху залізниці. Технологічну основу такої інфраструктури складають проектні рішення на основі технології RFID. Використання IBM WebSphere RFID дозволяє створювати системні рішення для складних умов експлуатації залізничного транспорту.

Ключові слова: IBM WebSphere RFID, інтелектуальна інфраструктура, ділянка руху, програмно-апаратне забезпечення.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ IBM WebSphere RFID ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА УЧАСТКЕ ДВИЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Кичкин А. В., Кичкина Е. И.

Стратегическим направлением развития транспортных систем вообще и транспортных систем железнодорожного транспорта в том числе является развитие их интеллектуальной составляющей. В частности, это касается создания и развития интеллектуальной инфраструктуры соответствующего участка движения железной дороги. Технологическую основу такой инфраструктуры составляют проектные решения на основе технологии RFID. Использование IBM WebSphere RFID позволяет создавать системные решения для сложных условий эксплуатации железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: IBM WebSphere RFID, интеллектуальная инфраструктура, участок движения, программно-аппаратное обеспечение.

USING IBM WebSphere RFID TO CREATE INTELLIGENT RAILWAY INFRASTRUCTURE

Kichkin O. V., Kichkina O. I.

The strategic direction of development of transport systems in general and transport systems of railway transport is the development of their intellectual component. In particular, this concerns the creation and development of the intellectual infrastructure of the corresponding section of the railway. The technological basis of such an infrastructure is made up of design solutions based on RFID technology. The use of IBM WebSphere RFID allows you to create system solutions for the difficult operating conditions of rail transport.

Keywords: IBM WebSphere RFID, intelligent infrastructure, traffic area, software and hardware.

КЕРОВАНЕ ПНЕВМОДОЗУВАННЯ АБРАЗИВНОГО МАТЕРІАЛУ ЯК ОСНОВА АВТОМАТИЗАЦІЇ ПІСОЧНОЇ СИСТЕМИ ЛОКОМОТИВА

Ковтанець М. В., Ноженко В. С., Просвірова О. В.,
Ковтанець Т. М., Вакулік М. М.

В даний час існує не дозволена в достатній мірі проблема, пов'язана з виникненням боксування і юза колісних пар локомотива. Боксування і юз виникають при перевищенні тягової або гальмівної сили, прикладеної до колеса з боку локомотиву, над силою зчеплення колеса з рейкою і безпосередньо пов'язані з безпекою руху. Тому, основним завданням при веденні локомотива є не давати можливості виникати і розвиватися процесу боксування або юза, шляхом реалізації стабільно високої величини коефіцієнта зчеплення колеса з рейкою.

Одним з найбільш ефективних методів підвищення коефіцієнту зчеплення колеса з рейкою є вплив на них двофазним струмино-абразивним потоком [1, 2, 3, 4]. У цьому випадку абразивний матеріал (пісок) під дією стисненого повітря направлено подається на поверхню рейки, надаючи вплив на фрикційний стан контакту «колесо-рейка», який полягає в:

- видаленні та віднесенні поверхневих забруднень з зони контакту;
- формуванні шорсткості поверхні, яка в залежності від режиму впливу може забезпечити значне підвищення коефіцієнта зчеплення;
- власне подачі піску в контакт колеса з рейкою.

З аналізу методів подачі різних сипучих матеріалів в зону контакту колеса з рейкою простежується загальна тенденція – за допомогою різних додаткових пристроїв регулювання їх продуктивності досягти більш рівномірної подачі матеріалу або певної його кількості, щоб реалізувати максимальні можливості трибологічного контакту «колесо-рейка».

На даний момент відсутні системи автоматичного управління та оптимізації режимних параметрів пневмодозуючих пристроїв, які могли б забезпечити не тільки режим стійкої подачі, але і певне дозування абразивного сипучого матеріалу. Саме тому необхідно розробити метод автоматичного управління процесом найбільш ефективного і економічно вигідного дозування абразивного матеріалу, що адаптується до різних погодних умов і режимів руху локомотива [5].

Управління витратою абразивного матеріалу може бути реалізовано як в безперервній, так і в імпульсній формі. Використовуючи імпульсну форму можна виконувати дозування абразивного матеріалу в широкому діапазоні продуктивності.

При імпульсній подачі параметри імпульсної послідовності повинні бути обрані таким чином, щоб проміжок часу Δt між імпульсами при максимальній частоті подачі повітря з деяким запасом по часу заповнював порожнину форсунки. При проектуванні системи необхідно вирішити два головних завдання – ви-

значити параметри імпульсу витрати (амплітуду і тривалість) і розрахувати основні конструктивні параметри виконуючого пристрою.

На рис. 1 представлена циклограма, що ілюструє послідовність зміни (цифри біля стрілок від 1 до 8) параметрів дозатора при видачі одиничної дози і заповненні порожнини форсунки.

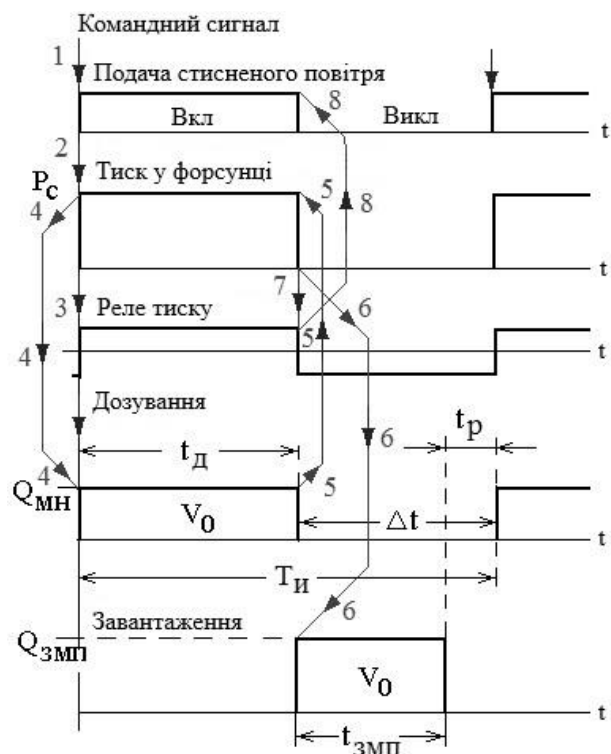


Рис. 1. Циклограма роботи імпульсного дозатора

При подачі сигналу від регулятора на видачу одиничної дози абразивного матеріалу, в порожнину форсунки подається стиснене повітря (лінія 1). В результаті тиск повітря збільшується (лінія 2) до величини спрацювання датчика-реле тиску (лінія 3). Підвищення тиску, в той же час, ініціює видачу дози абразивного матеріалу V_0 (лінія 4). Після видачі дози тиск у порожнині форсунки падає (лінія 5), що призводить до її заповнення абразивним матеріалом з бункера (лінія 6), а також до спрацювання реле тиску (лінія 7). Останнє вимикає джерело напору (лінія 8).

Характеристики системи імпульсної подачі піску, а також, виконуючого пристрою (діаметр і довжина сопла та трубопроводу, і т.д.) необхідно підібрати шляхом планування та проведення експериментальних досліджень.

Таким чином, імпульсна система подачі піску дозволить управляти витратою абразивного матеріалу в заданому діапазоні продуктивності, отримати лі-

нійність залежності «керуючий сигнал – вихідна витрата абразивного матеріалу», розрахувати і коригувати витратну характеристику.

Література

1. Деклараційний патент на корисну модель № 48516, кл. В61С 15/00. Спосіб підвищення зчеплення в зоні контакту колеса з рейкою / Голубенко О.Л., Горбунов М.І., Кашура О.Л., Костюкевич О.І., Кравченко К.О.; Попов С.В., Ковтанець М.В., Крисанов М.А. – № u200908745, заявл. 20.08.2009 р.; опубл. 25.03.2010, бюл. № 6. – 6 с.
2. Деклараційний патент на корисну модель № 69853, кл. В61С 15/10 Система підвищення коефіцієнту зчеплення в зоні контакту колеса з рейкою / Горбунов М.І., Ковтанець М.В., Кравченко К.О., Могила В.І., Петренко В.О, Ноженко В.С., Ноженко О.С. – № u201114163, заявл. 30.11.2011 р.; опубл. 10.05.2012, Бюл. № 9, 2012 р. – 5 с.
3. Ковтанець М.В. Применение экспертного оценивания для принятия технического решения [Электронный ресурс] / М.В. Ковтанец, Е.А. Кравченко, Н.Н. Горбунов, Г.А. Бойко, О.В. Просви́рова // Наукові вісті Далівського університету: зб. наук. праць. – Луганськ, 2012. – № 7.
4. Костюкевич А.И. Экспериментальная проверка эффективности струйно-абразивного воздействия на рельсы для улучшения фрикционных свойств контакта «колесо-рельс» / А.И. Костюкевич, Н.И. Горбунов, М.В. Ковтанец // Вісник СХУ ім. В. Даля № 18 (207) Ч. 1. – Вид-во СХУ ім. В. Даля м. Луганськ, 2013. – С. 33-37.
5. Gorbunov M. Supplying system abrasive material with automatic dosing control / M. Gorbunov, V. Pistek, M. Kovtanets, O. Nozhenko, S. Kara, P. Kučera // Vibroengineering PROCEDIA, Volume 18, ISSN PRINT 2345-0533. 2018. – P. 207-214.

КЕРОВАНЕ ПНЕВМОДОЗУВАННЯ АБРАЗИВНОГО МАТЕРІАЛУ ЯК ОСНОВА АВТОМАТИЗАЦІЇ ПІСОЧНОЇ СИСТЕМИ ЛОКОМОТИВА

Ковтанець М.В., Ноженко В.С., Просвірова О.В., Ковтанець Т.М., Вакулік М.М.

Основним завданням при веденні локомотива є не давати можливості виникати і розвиватися процесу боксування або юзу, шляхом реалізації стабільно високої величини коефіцієнта зчеплення колеса з рейкою. Пропонується управління витратою абразивного матеріалу, яке може бути реалізовано як в безперервній, так і в імпульсній формі. Використовуючи імпульсну форму можна виконувати дозування абразивного матеріалу в широкому діапазоні продуктивності, та адаптувати подачу до різних погодних умов і режимів руху локомотива.

Ключові слова: залізничний транспорт, зчеплення, абразивний матеріал, дозування.

УПРАВЛЯЕМОЕ ПНЕВМОДОЗИРОВАНИЕ АБРАЗИВНОГО МАТЕРИАЛА КАК ОСНОВА АВТОМАТИЗАЦИИ ПЕСОЧНОЙ СИСТЕМЫ ЛОКОМОТИВА

Ковтанец М.В., Ноженко В.С., Просви́рова О.В., Ковтанец Т.Н., Вакулик М.М.

Основной задачей при ведении локомотива является не давать возможности возникать и развиваться процессу боксования или юза, путем реализации стабильно высокой величины коэффициента сцепления колеса с рельсом. Предлагается управление расхо-

дом абразивного материала, которое может быть реализовано как в непрерывной, так и в импульсной форме. Используя импульсную форму можно выполнять дозирование абразивного материала в широком диапазоне производительности, и адаптировать подачу к различным погодным условиям и режимам движения локомотива.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, сцепление, абразивный материал, дозирование.

CONTROLLED PNEUMATIC DOSING OF ABRASIVE MATERIAL AS A BASIS FOR AUTOMATION OF THE SAND SYSTEM OF THE LOCOMOTIVE

Kovtanets M., Nozhenko V., Prosvirova O., Kovtanets T., Vakulik M.

The main task of driving a locomotive is to prevent the emergence and development of the process of boxing or yuz, by implementing a consistently high value of the coefficient of adhesion of the wheel to the rail. It is proposed to control the flow of abrasive material, which can be implemented in both continuous and pulsed form. Using the pulse form it is possible to carry out dosing of abrasive material in a wide range of productivity, and to adapt giving to various weather conditions and modes of movement of the locomotive.

Keywords: railway transport, clutch, abrasive material, dosing.

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ КОНСТРУКЦІЇ КОТЛА ВАГОН-ЦИСТЕРНИ**Кравченко К. О., Шт'ястніак П., Герліці Ю.**

Небезпечні матеріали, особливо газу, такі як хлор, транспортуються в цистернах залізничних вагонів або напівпричепах. Корпус таких резервуарів не призначений для протистояння жорстким ударам, таким, як ті, що зустрічаються в експлуатації - порушення правил ведення маневрових робіт, аварійні ситуації. Порушення цілісності котлів вагон-цистерн може привести до вибуху, а небезпечний матеріал витече та заподіє шкоди особам або майну в цьому регіоні [1, 2, 3]. Тому експлуатація залізничних цистерн з небезпечним вантажем вимагає підвищеної уваги відносно збереження вантажу від витікання при виникненні аварій.

Щоб запобігти зіткненню та підйому одного вагона над другим при аварійному зіткненні, на практиці застосовуються захисні екрани, які служать для зменшення пошкоджень при аварії (Положення про порядок міжнародних залізничних перевезень небезпечних товарів RID TE25) [4]. Захисні екрани спрацьовують лише у випадку аварії та обмежують рух одного вагона відносно другого у горизонтальному напрямку. Захисні екрани розташовують на кінцях залізничного транспортного засобу над головною рамою. Вони призначені для захисту днища цистерни від пошкоджень, які можуть виникнути в результаті наїзду вагонів один на другий. Вимоги до конструкції представлені в Положенні RID TE25 та стосуються ширини, висоти, товщини екранів та їх кріплень.

Розробка конструкції захисного екрану для вагон-цистерни.

Для збереження цілісності котла вагон-цистерни при наїзді виступаючих елементів суміжного вагону, що виникає при аваріях, запропонована конструкція захисного екрану, на який отримано патент на корисну модель № 145401. Конструкцію передбачено встановлювати з обох сторін котла цистерни за допомогою двох консолей. Захисні екрани виконані пікообразної форми.

В конструкції консолей (рис. 1, а) передбачено дві пластини 1 з отворами для гвинтів 2, головну вертикальну пластину жорсткості 3, яка з'єднана з несучою конструкцією буфера, допоміжну вертикальну пластину жорсткості 5, дві поперечні пластини 6, одна з яких з'єднує головну вертикальну пластину жорсткості 3 з допоміжною вертикальною пластиною жорсткості 5, а друга з'єднує головну вертикальну пластину жорсткості 3 за допомогою зварювання з рамою вагон-цистерни.

Захисні екрани утворює металевий лист 8 (рис. 1, б), який має форму трапеції та є посилений ребрами жорсткості 9, розміщеними на зовнішній стороні захисного екрану. Вертикальні ребра жорсткості 3 розміщені по три з лівої та правої сторони трапеції. У верхній частині вони мають елементи захвату 10. Взаємозв'язок вертикальних ребер жорсткості 9 реалізується, окрім металевого листу

8, з'єднаннями на трьох рівнях висоти. Перше з'єднання знаходиться на верхньому краї захисного екрану та реалізується за допомогою пластини 11, яка розміщена на всій верхній його частині та закріплена на металевому листі 8 захисного екрану за рахунок трикутників 12. Друге з'єднання знаходиться в області захвату буферів вагону, який при негоді найжджає, а останнє з'єднання - у нижній частині в області з'єднання з консолями. Вертикальні ребра жорсткості 9 розташовані так, щоб вони були безпосередньо з'єднані з головною вертикальною пластиною жорсткості 3 консолі та рамою вагон-цистерни, для зміцнення конструкції захисного екрану на його зовнішній поверхні закріплені горизонтальні ребра 13 в два ряди та бічні вертикальні ребра 14 на окраї захисного екрану по всій його висоті. В нижній частині металевому листу передбачені отвори 15, які призначені для розміщення частин рами вагон-цистерни.

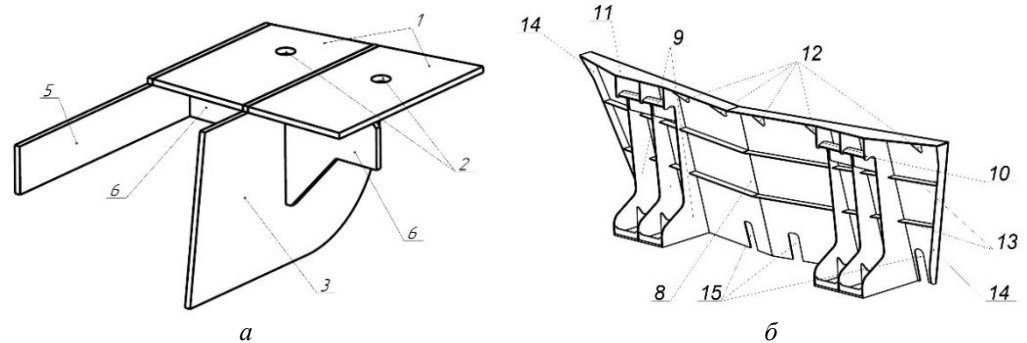


Рис. 1. Конструкція захисного екрану: а - консоль, б - захисний екран

При зіткненні двох вагонів (рис. 2, а, б) один з них буде прагнути підійматися над другим (рис. 2, в), що приведе до захвату буферів одного з вагонів елементами захисного екрану другого вагону (рис. 2, в, г). В даній ситуації можливо, що виникне пластична деформація самого захисного екрану. Тильною стороною захисний екран притиснеться на днище вагон-цистерни, у зв'язку із чим діюча сила від буферних тарілок розложиться на більшу площину. Це приведе до збереження цілісності днища вагон-цистерни.

Для конструкції захисного екрану вагон-цистерни може бути використаний матеріал EN S 355 з точки зору незначних економічних витрат та достатньої межі плинності для даної конструкції. Окрім цього слід враховувати, що при зіткненні вагонів захисний екран може бути зруйнований та буде взаємодіяти з днищем вагон-цистерни.

Висновки. Розроблена конструкція захисного екрану для котла вагон-цистерни. Відповідно до стандарту RID TE25 (Правила міжнародного перевезення небезпечних вантажів залізницею) при аварії захисний екран вагон-цистерни при зіткненні повинен видержати силу удару, яка дорівнює 150 кН. Аналіз напружено-деформованого стану (розрахунки на міцність) пристрою для захисту від заповзання вагонів при зіткненні при дії сили в 150 кН указали, що

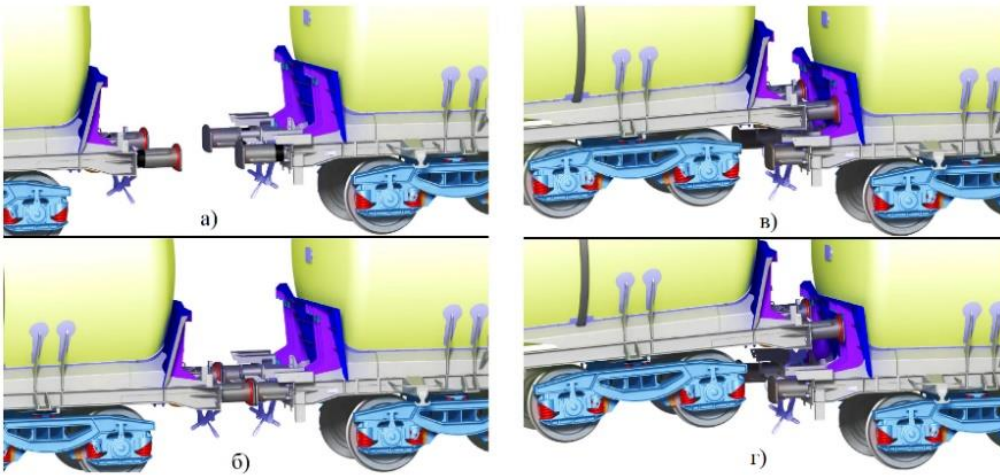


Рис. 2. Аварійна ситуація

деформації та напруження в конструкції не перевищують допустимих значень та конструкція може витримати дані сили.

Подяка

Публікація була підготовлена завдяки підтримці проекту в рамках Операційної програми «Дослідження та інновації»: „Nová generácia nákladných železničných vozidiel“, Кód projektu v ITMS2014+: 313010P922 («Нове покоління вантажних залізничних транспортних засобів») (код проекту в ITMS2014 +: 313010P922), що фінансується за рахунок Європейського фонду регіонального розвитку.

Література

1. Fomin O.V., Burlutsky O.V., Fomina Yu.V. Development and application of cataloging in structural design of freight car building Scientific and Technical J. Metallurgical and Mining Industry 2 (Dnipro: Ukrmetallurginform STA Ltd), 2015. – pp. 250–256.
2. Bagheri M., Saccomanno F., Chenouri S., Fu L. Reducing the threat of in-transit derailments involving dangerous goods through effective placement along the train consist. Accident Analysis and Prevention 43(3) (Elsevier), 2011. – pp. 613-620.
3. Das A., Mazumdera T.N., Gupta A.K. Pareto frontier analyses based decision making tool for transportation of hazardous waste. Journal of Hazardous Materials 227-228 (Elsevier), 2012. – pp. 341-352.
4. Convention concerning International Carriage by Rail (COTIF) 2019 Appendix C – Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail (RID), 2002. – p. 1082.

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ КОНСТРУКЦІЇ КОТЛА ВАГОН-ЦИСТЕРНИ

Кравченко К. О., Штястніак П., Герлиці Ю.

Пошкодження цілісності котла цистерн, які перевозять небезпечні види вантажів може привести до серйозних екологічних проблем і значних економічних витрат. Представлені результати досліджень з питання підвищення надійності днища котла вагон-цистерни при зіткненні вагонів. Аналіз конструкцій цистерн показав, що для захисту цілісності котлів цистерн в деяких конструкціях цистерн передбачені захисні елементи, призначені для обмеження вертикальних переміщень вагонів при зіткненні і захисту від пошкоджень поверхонь цистерн. Розроблено конструкцію захисного екрану, яка відповідає європейському стандарту RID TE25.

Ключові слова: залізничний транспорт, цистерна, захисний екран, напруження, деформація.

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ КОНСТРУКЦИИ КОТЛА ВАГОНА-ЦИСТЕРНЫ

Кравченко Е. А., Штястниак П., Герлицы Ю.

Повреждение целостности котла цистерн, которые перевозят опасные виды грузов может привести к серьёзным экологическим проблемам и значительным экономическим затратам. Представлены результаты исследований по вопросу повышения надёжности днища котла вагон-цистерны при столкновении вагонов. Анализ конструкций цистерн показал, что для защиты целостности котлов цистерн в некоторых конструкциях цистерн предусмотрены защитные элементы, предназначенные для ограничения вертикальных перемещений вагонов при столкновении и защиты от повреждений поверхностей цистерн. Разработана конструкция защитного экрана, которая соответствует европейскому стандарту RID TE25.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, цистерна, защитный экран, напряжение, деформация.

IMPROVING SAFETY DESIGN RAIL TANK

Kravchenko K., Šťastniak P., Gerlici J.

Damage to the integrity of the boiler tanks that transport dangerous goods can lead to serious environmental problems and significant economic costs. The results of research on the issue of increasing the reliability of the bottom of the tank-wagon boiler in case of a collision of wagons are presented. The analysis of the tank structures showed that to protect the integrity of the tank boilers, some tank structures have protective elements designed to limit the vertical movement of the wagons in a collision and to protect the surfaces of the tanks from damage. The design of the protective screen has been developed, which complies with the European standard RID TE25.

Keywords: railway, tank, protective shield, stress, deformation.

ЗАСТОСУВАННЯ ВОДНЮ В ТЕПЛОВИХ ДВИГУНАХ ЛОКОМОТИВІВ

Могила В. І., Климаш А. О., Козюберда А. А., Кортєва О. В.

Глобальні явища в світовій і національній економіці останніх років зробили ціновим “рекордсменом” паливо всіх існуючих різновидів. Останнім часом, в умовах розгортання глобальної енергоекологічної кризи, стає усе більш очевидним, що ключовим напрямом науково-технологічного перевороту першої половини ХХІ ст. є енергоекологічна революція.

За даними вчених, вжиток енергоресурсів в світі збільшився в ХХ ст. в 15 разів і досяг 15 млрд т у. п. в рік (з них нафти – 40%, вугілля – 27%, газу – 23%, атомній енергії – 7%, поновлюваних джерел – гідроенергії, сонячної і вітрової, – 3%). За даними Всесвітнього банку, якщо темпи зростання вжитку викопного палива і об'єми викидів CO₂ в атмосферу не знизяться, то на початок ХХІІ ст. середня температура на Землі збільшиться на 3–7°C, що стане причиною безповоротних змін клімату. Сучасна енергетична революція нерозривно зв'язана і відбуватиметься одночасно з екологічною революцією, енергосектор набуде ноосферного характеру. Тому необхідний пошук нових технічних рішень по вдосконаленню процесу згорання і по пошуку поновлюваних джерел енергії для теплових двигунів, зокрема на залізничному транспорті.

Наші європейські партнери вже мають реальні успіхи в цьому напрямі, так в Нідерландах випробують водневий потяг (рис. 1).



Рис. 1. Потяг з локомотивом Coradia iLint

Потяг з локомотивом виготовлений у французькій компанії Alstom. Його назва Coradia iLint, і він працює на водні. У Нідерландах водневий потяг буде їздити між Гронінгеном та Лееванденом на неелектрифікованих ділянках залізниці. Зараз там використовують дизельні локомотиви, які у перспективі й повинні замінити на водневі.

Потяг Coradia iLint зможе розвивати швидкість до 140 км/год. До кінця 2022 року компанія-виробник планує поставити до Німеччини 27 водневих локомотивів. Які перспективи цієї техніки у Нідерландах, стане зрозуміло після проведення випробувань.

У ФРН уже майже рік успішно експлуатуються два єдиних у світі водневих потяги Coradia iLint. Швидкість у них, як і в звичайного дизеля, тільки замість вихлопів - вода. Незабаром вони мають замінити усі дизельні регіональні потяги у федеральній землі Нижня Саксонія.

Також в Великій Британії перший потяг Hydro FLEX, що працює на водні, дебютував у Йоркширі, де він здійснив першу поїздку (рис. 2). Та, як пояснили представники департаменту транспорту, цей вид інноваційних потягів повинен регулярно курсувати залізницями Великої Британії вже до 2023 року.



Рис. 2. Водневий потяг Hydro FLEX

Розробка водневого потягу Hydro FLEX здійснювалася у рамках дослідницького проекту у Бірмінгемському центрі досліджень та на базі власника рухомого складу «Портербрук».

Для того, щоб локомотив рухався, водень на його борту перетворюється на електроенергію за допомогою паливних елементів. Також тут встановлений потужний акумулятор для забезпечення більшої сили струму під час розгону та

збереження енергії вад рекуперації. Найбільшою проблемою було створення безпечних паливних баків для водню, відзначають розробники.

Перед тим, як уперше стати на рейки, локомотив пройшов сертифікацію в Великій Британії. Тож його тепер можна не тільки тестувати, але й вводити в експлуатацію на залізниці.

Водневі локомотивів будуть вироблятися у Латвії, як результат співпраці між залізничною компанією Latvijas dzelzceļš, чеською компанією CZ Loko і Ballard Power Systems з Канади. Latvijas dzelzceļš буде конструювати локомотив, CZ Loko забезпечить необхідні деталі і документацію, в той час як Ballard Power Systems постачатиме водневі паливні елементи. Латвійська академія наук буде також надавати підтримку проекту.

В Україні треба теж продовжити та поширити дослідження, які починались ще наприкінці 20 століття у Східноукраїнському національному університеті [1, 2]. Перешкодою для широкого використання водню в енергетиці є дорогий спосіб його здобуття, який економічно не виправдовується, оскільки існуючі реакторні установки малопродуктивні і енергоємні. На тепловозах з електродинамічним гальмуванням є реальна можливість періодичного здобуття водню для подальшого його використання як дизельне паливо. При гальмування тягові електродвигуни тепловоза переводяться в генераторний режим, виробляючи електричний струм, який на даному етапі розвитку локомотивобудування викидається в атмосферу. Запропоновано використовувати цю бросову електричну енергію для здобуття водню з перегрітої водяної пари за рахунок нагріву води стінками електродвигуна або реакторної установки, що охолоджується, з подальшим дозуванням в паливо або використовуючи як самостійне паливо.

Перевага в порівнянні з існуючими аналогами суттєва - добавка всього 0,1% водню до палива призводить до зниження витрати палива на 5-7%, сажі на 30-50%, оксидів азоту на 30-40%. Використання бросової енергії гальмування дозволяє підвищити ефективність використання водню в двигунах внутрішнього згорання.

Необхідне проведення додаткових досліджень механізму впливу водню на процеси, які протікають у циліндрах двигуна внутрішнього згорання, дослідження процесу видобутку водню в результаті електродинамічного гальмування локомотиву, створення експериментальних зразків для реалізації запропонованого способу та впровадження у виробництво.

Потреба в теплових двигунах на основі ресурсозберігаючих технологій зараз відчувається у всіх сферах господарської діяльності України та і світу в цілому. Вдалі технічні рішення в цьому напрямку дозволять знизити енергетичну залежність України, знизити потребу у паливі нафтового походження. Дадуть поштовх для подальшого розвитку економіки і виробництва. Крім того поліпшиться екологічна ситуація у містах з великим скупченням транспорту, а також у країні в цілому.

Література

1. Могила В.И., Козлов А.В. Перспектива использования альтернативного топлива в качестве дополнительного для дизелей / Сб. “Проблемы развития локомотивостроения.” Тез. IV междунар. конф., Луганск-Алушта (Крым). 1993, 28 с.
2. Могила В.И. Навчально-науковий інститут рейкового транспорту досягнення та перспективи / Збірник наукових праць СНУ ім. В.Даля. – Луганськ: Вид-во СНУ-ім.В.Даля, 2003. – 104-112 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ВОДНЮ В ТЕПЛОВИХ ДВИГУНАХ ЛОКОМОТИВІВ

Могила В. І., Климаш А. О., Козюберда А. А., Кортєва О. В.

У 2020 році Єврокомісія ухвалила водневу стратегію, яка дасть поштовх активному розвитку цього напрямку в країнах Європейського Союзу. Існує чимало способів виробництва водню, однак найбільш поширені сьогодні потребують природного газу та вугілля. Під час їх обробки виділяється вуглекислий газ, а тому процес не можна вважати екологічно чистим. Хоча сам водень при використанні не продукує шкідливих речовин. В основі європейської зацікавленості лежить інша технологія – електроліз. Водень можна отримувати за допомогою струму зі звичайної води. Процес електролізу дуже енергомісткий, а тому поки що досить дорогий. На тепловозах з електродинамічним гальмуванням є реальна можливість періодичного здобуття водню для подальшого його використання як дизельне паливо. При гальмування тягові електродвигуни тепловоза переводяться в генераторний режим, виробляючи електричний струм, який на даному етапі розвитку локомотивобудування викидається в атмосферу. Запропоновано використовувати цю бросову електричну енергію для здобуття водню з перегрітої водяної пари за рахунок нагріву води стінками електролізної або реакторної установки, що охолоджується, з подальшим дозуванням в паливо або використовуючи як самостійне паливо.

Ключові слова: : локомотив, водень, двигун, паливо, гальмування.

ПРИМЕНЕНИЕ ВОДОРОДА В ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЯХ ЛОКОМОТИВОВ

Могила В. И., Климаш А. А., Козюберда А. А., Кортєва Е. В.

В 2020 году Еврокомиссия приняла водородную стратегию, которая даст толчок активному развитию этого направления в странах Европейского Союза. Существует немало способов производства водорода, однако наиболее распространенные сегодня нуждаются в природном газе и угле. При их обработке выделяется углекислый газ, и потому процесс нельзя считать экологически чистым. Хотя сам водород при использовании не производит вредных веществ. В основе европейской заинтересованности лежит другая технология - электролиз. Водород можно получать с помощью тока из обычной воды. Процесс электролиза очень энергоемкий, поэтому пока достаточно дорогой. На тепловозах с электродинамическим торможением есть реальная возможность периодического получения водорода для дальнейшего его использования как дизельное топливо. При торможения тяговые электродвигатели тепловоза переводятся в генераторный режим, производя электрический ток, который на данном этапе развития локомотивостроения выбрасывается в атмосферу. Предложено использовать эту бросовую электрическую энергию для получения водорода из перегретого водяного пара за счет нагрева воды

стенками электролизной или реакторной установки, охлаждающейся, с последующим дозированием в топливо или используя как самостоятельное топливо.

Ключевые слова: локомотив, водород, двигатель, топливо, торможение.

APPLICATION OF HYDROGEN IN HEAT ENGINES OF LOCOMOTIVES

Mogila V. I., Klimash A. O., Kozyuberda A. A., Kortieva O. V.

In 2020, the European Commission adopted a hydrogen strategy that will encourage the active development of this area in the European Union. There are many ways to produce hydrogen, but the most common today require natural gas and coal. During their processing, carbon dioxide is released, and therefore the process cannot be considered environmentally friendly. Although hydrogen itself does not produce harmful substances when used. At the heart of European interest is another technology - electrolysis. Hydrogen can be produced by electricity from ordinary water. The process of electrolysis is very energy-intensive, and therefore still quite expensive. Diesel locomotives with electrodynamic braking have a real possibility of periodic production of hydrogen for its further use as diesel fuel. During braking, the traction motors of the locomotive are transferred to the generator mode, producing an electric current, which at this stage of development of locomotive construction is emitted into the atmosphere. It is proposed to use this waste electric energy to obtain hydrogen from superheated water vapor by heating the water by the walls of the electrolysis or reactor, which is cooled, followed by dosing into fuel or using as a stand-alone fuel.

Keywords: locomotive, hydrogen, engine, fuel, braking.

METHODOLOGY OF SETTING TIME NORMS FOR THE CARGO PROCESSING IN THE LOGISTIC CHAIN “FROM DOOR TO DOOR”

Muradyan A. O.

Technological integration and future structurization of transshipment in transport nodal points must be based on distinct regulation of time parameters of this process, determined by time norms for transshipment operations [1]. Let's turn to the problem of setting time norms for carriages processing, assuming that this kind of norms is, undoubtedly, most urgent for all participants of not only transshipment, but also cargo delivery in the logistic chain “from door to door”. Let's note that the transport literature presents different variants of the methodology of solving this problem. They all are based on the idea of determining the processing duration of giving carriages as a function of transmission capacity of cargo fronts under condition of preliminary setting quantitative and qualitative parameters of their technical equipment, connected with a number of technological lines on cargo fronts. At that the aforesaid number of technological lines on cargo fronts provides loading-unloading of giving carriages during a certain time interval that in fact corresponds to factual realization of time norms for carriages cargo processing [2].

In the general case the carriage processing duration in real production conditions usually varies within certain limits. This circumstance allows to interpret the value of this parameter as a random variable and to associate its minimal and maximal values according to pessimistic and optimistic assessments. It must be noted that the average value of this parameter is approximated to the most reliable assessment [3].

The aim of the study is to elaborate the methodology of setting time norms for the cargo processing of railroad cars at fronts of loading-unloading at transport nodal points.

The following methods were used in this study:

- at the theoretical substantiation and elaboration of the methodology of calculating time norms for the processing of vehicles there were used the methods of: analysis and synthesis, induction and deduction (“compression” of an interval of time norm values and formation of subintervals);

- At forming the sample, there were used methods of mathematical statistics, namely one of groups, average values (“three sigma” rule).

The guaranteed intensity of transshipment can be expressed through the parameter of time norms for ships processing, named lay time, found from the ratio:

$$T = \frac{Q}{P}, \quad (1)$$

where T – lay time; Q – ship loading; P – transshipment intensity.

Taking into account (1), we'll further consider the parameter of norms of time for processing both ships and group (giving) of carriages as a main parameter of transshipment at the general name of these objects of vehicles management.

From (1) we can see that at $Q=\text{const}$ the index of time norms for vehicles processing depends on one of transshipment intensity that, in its turn, depends on the number of technological lines at a cargo front (N) and their productivity.

Based on the aforesaid, there is conditioned the appropriateness of setting a question about the expedience of the specific "compression" of the interval of values of time norms for excluding values, characterized by the extremely low, practically inadmissible reliability of occurrence as events. Let's note that we talk about values of time norms, concentrated in subintervals, gravitating to the minimal and maximal norm levels. Excluding these values from the consideration is, obviously, equal to raising the reliability of pessimistic and optimistic assessments of elaborated time norms [3].

The set question may be solved differently, mainly by realizing the approach, as it is shown in [4], based on the idea of dividing the change interval of an observed value in subintervals using "three sigma" rule.

The solution of the corresponding problem may be demonstrated of an example of a separate cargo front of a port, where loading-unloading of giving carriages is realized based on observing a certain time norm for their cargo processing. At that we'll interpret each factually reached value of the realization level of a time norm as a possible variant with the code j ($j = \overline{1, n}$) and level G_j . The search for a solution will be realized by an algorithm, providing realization of actions, characterized below.

The obtained set of values of time norms $\{G_j\}$ is regularized by increasing (not decreasing) and the succession $G_1 \leq G_2 \leq \dots \leq G_j \leq \dots \leq G_r$, where G_1 and G_r values are accepted as the minimal (G_{\min}) and maximal (G_{\max}) values of time norms, respectively, is constructed.

There is found the arithmetic mean of the time norm level \overline{G} . Lower time norm values are on the left from it, higher ones – on the right.

The set of time norm variants is divided in two subsets, according to the rule:

$$\left. \begin{array}{l} j \in N_1, \text{ if } G_j < \overline{G}, \quad j = \overline{1, n}; \\ j \in N_2, \text{ if } G_j \geq \overline{G}, \quad j = \overline{n+1, r}; \end{array} \right\} \quad (2)$$

It is obvious that the subset N_I includes time norms with the level from the interval $[G_{\min}, \overline{G})$, and subset N_{II} is formed by time norms with values from the interval $[\overline{G}, G_{\max}]$.

The procedure of time norms differentiation continues farther within the subset N_I, N_{II} . For this aim, arithmetic mean values and mean-square variations of time norm indices are found for the indicated change subintervals of time norm level values $[G_{\min}, \overline{G}), [\overline{G}, G_{\max}] - \overline{G}_1, \overline{G}_2, \sigma_1, \sigma_2$. respectively.

There are fixed the boundary values of the time norm ($G_{\min}, \bar{G}, G_2, G_{\max}$) for forming the sectors – $N_I - N_{IV}$ by the rule:

$$j \in \left\{ \begin{array}{l} N_I, \text{ if } G_j \in [\bar{G} + 3\sigma_2; \sigma_{\max}]; \\ N_{II}, \text{ if } G_j \in [\bar{G}; \bar{G} + 3\sigma_2); \\ N_{III}, \text{ if } G_j \in [\bar{G} - 3\sigma_1; \bar{G}); \\ N_{IV}, \text{ if } G_j \in [\bar{G}_{\min}; \bar{G} - 3\sigma_1). \end{array} \right\} \quad j=\bar{1},r \quad (3)$$

After that there takes place the “compression” of the value interval of the time norm by excluding its level from the sectors N_I and N_{IV} and pessimistic (G_{ps}) optimistic (G_{op}) assessments of the time norm level are fixed:

$$\left. \begin{array}{l} G_{ps} = \bar{G} - 3\sigma_1; \\ G_{op} = \bar{G} + 3\sigma_2 \end{array} \right\} \quad (4)$$

The is found the expected (most reliable) value of the required time norm (G), that finally looks as

$$G = \frac{5\bar{G} + 9\sigma_1 - 6\sigma_2}{5} \quad (5)$$

In work [3] time norms for vehicles processing are determined according to working fronts of a terminal and their equipment without taking into account cargo types and labor-intensiveness of its transshipment.

The author of work [4] demonstrated the rather complicated, sometimes ambiguous, methodology of the multi-agent optimization for determining time norms.

As to work [2], it considers a transport nodal point as an institute of net partner relations, and time norms are formed by their coordination;

The results, obtained by the author of this article are maximally approximated to production and “Integral technological process of port and station work” that is proved by checking the elaborated methodology by factual data of the work of Belgorod-Dnestrovsky ports for 2019–2020. The results demonstrated that factual indices of the duration of cargo processing carriages at cordon and rear railway cargo fronts may essentially differ for its calculated values that are time norms for loading-uploading carriages. At that most mismatches were observed in the environment of minimal and maximal considered indices.

The given facts condition the appropriateness and expedience of the “compression” of the interval of time norm values for excluding values, characterized by the extremely low, practically inadmissible reliability of occurrence.

Research results are useful in the work of transport nodal points, because the correct determination of time norms for vehicles processing results in the correct shift-day planning of the complex work that is deviations from plan indices are minimized

that, in its turn, results in economy of finances. The elaborated methodology may be used in the composition of the “Integral technological process of ports and stations work” for both existent cargo fronts and ones, implemented to operation, after accumulating correspondent statistic data about reached values of the rolling-stock processing duration.

The offered methodology of setting time norms for the cargo processing of carriages is universal and may be used in further studies at considering ships and trunk cars as vehicles.

References

1. Magamadov, O. R., Murad'yan, A. O., Lagovska, N. L. (2015). Koordinatsiya, vzaemodiya i konkurentsia v upravlinni zagalnotransportnimi vuzlami (metodologichniy aspekt). Visnik Odeskogo natsionalnogo morskogo universitetu, 1 (43), 100–109.
2. Murad'yan, A. O. (2014). Metodika uzgodzhennya parametriv i optimizatsiyi protsesu perevalki vantazhiv v zagalnotransportnih vuzlah. Visnik Odeskogo natsionalnogo morskogo universitetu, 1 (40), 127–135.
3. Murad'yan, A. O. (2015). Osnovi formuvannya mehanizmu uzgodzhennya upravlinnya vantazhoperevalochnim protsesom u ponyattyah marketingu vzaemodiyi. Visnik Odeskogo natsionalnogo morskogo universitetu, 2 (44), 154–165.
4. Muradian A. O. Ensuring a coordinated cargo transshipment process management in general transport hubs / A.O. Muradian [Text] // Tekhnologicheskyy audit i rezervy proizvodstva : sb. nauchn. tr. Kh. : Tekhnologicheskyy tsentr, 2014. – Vyp. 3/1 (17). – P. 48–53.

METHODOLOGY OF SETTING TIME NORMS FOR THE CARGO PROCESSING IN THE LOGISTIC CHAIN “FROM DOOR TO DOOR”

Muradyan A. O.

Setting time norms for the cargo processing of vehicles is, undoubtedly, urgent for all participants of not only transshipment, but also cargo delivery in the logistic chain “from door to door”.

At the stage of consent in managing transshipment the key role is paid by the task, connected with setting compromise time norms for vehicles processing.

The interpretation of time norms for vehicles processing as the most important parameter of the coordinated management of transshipment is conditioned by the fact that just this parameter influences other transshipment indicators. So, the determination of time norms for vehicles processing must be based on the idea of determining the duration of loading-unloading ships (carriages) as a function of transmission capacity of cargo fronts.

Keywords: transshipment process, transport nodal point, technological line, transshipment operations, logistic chain, cargo front, time norm, cargo delivery “from door to door”, vehicle.

МЕТОДОЛОГІЯ ВСТАНОВЛЕННЯ НОРМ ЧАСУ ДЛЯ ОБРОБКИ ВАНТАЖІВ В ЛОГІСТИЧНОМУ ЛАНЦЮГУ «ВІД ДВЕРІ ДО ДВЕРІ»

Мурад'ян А. О.

Встановлення норм часу для перевалки вантажів з транспортних засобів є, безсумнівно, актуальним для всіх учасників не тільки перевалки, але й доставки вантажу в логістичному ланцюгу «від двері до двері».

На етапі узгодження перевантаженням ключову роль відводиться встановленню компромісних норм часу для обробки транспортних засобів.

Інтерпретація норм часу на обробку транспортних засобів як найважливішого параметра узгодженого управління перевалкою зумовлена тим, що саме цей параметр впливає на інші показники перевалки. Отже, визначення норм часу для обробки транспортних засобів повинно базуватися на ідеї визначення тривалості завантаження-розвантаження суден (вагонів) як функції пропускної здатності вантажних фронтів.

Ключові слова: перевантажувальний процес, транспортний вузловий пункт, технологічна лінія, перевалочні операції, логістичний ланцюг, фронт вантажу, норма часу, доставка вантажу «від двері до двері», транспортний засіб.

МЕТОДОЛОГІЯ УСТАНОВЛЕННЯ НОРМ ВРЕМЕНИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ГРУЗОВ В ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ЦЕПИ «ОТ ДВЕРИ ДО ДВЕРИ»

Мурадян А. О.

Установление норм времени для перевалки из транспортных средств является, несомненно, актуальной для всех участников не только перевалки, но и доставки груза в логистической цепи «от двери до двери».

На этапе согласования перегрузкой ключевую роль отводится установлению компромиссных норм времени для обработки транспортных средств.

Интерпретация норм времени на обработку транспортных средств как важнейшего параметра согласованного управления перевалкой обусловлена тем, что именно этот параметр влияет на другие показатели перевалки. Следовательно, определение норм времени для обработки транспортных средств должно базироваться на идее определения продолжительности загрузки-разгрузки судов (вагонов) как функции пропускной способности грузовых фронтов.

Ключевые слова: перегрузочный процесс, транспортный узловой пункт, технологическая линия, перевалочные операции, логистическую цепь, фронт груза, норма времени, доставка груза «от двери до двери», транспортное средство.

ЗАСТОСУВАННЯ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ ЕНЕРГОФЕКТИВНОСТІ ЛОКОМОТИВА

Ноженко В. С., Ковтанець М. В., Просвірова О. В.,
Ковтанець Т. М., Вакулік М. М.

У наш час на залізничному транспорті в зв'язку з економічною ситуацією, дуже важливі рішення проблем пов'язані з підвищенням ефективності та економічності залізничного транспортного комплексу. Необхідно проводити модернізацію не тільки інфраструктури, але і локомотивів та іншої залізничної техніки.

Ефективність гальмівних засобів є одним з найважливіших умов, які визначають можливість підвищення ваги і швидкості руху поїздів, пропускної і провізної здатності залізниць. Від властивостей і стану гальмівного обладнання рухомого складу в значній мірі залежить швидкість і безпека руху.

На рамах двох візків тепловоза 2ТЕ116 встановлено 12 гальмівних циліндрів об'ємом 12161 см^3 кожен. При гальмуванні після відпуску гальм повітря з гальмівних циліндрів стравлюється в атмосферу, таким чином, 12 циліндрів одночасно випускають в атмосферу приблизно 145932 см^3 стисненого повітря, що є економічно не вигідним рішенням, так як на підготовку повітря компресором витрачається енергія.

Для найбільш раціонального використання повітря з гальмівних циліндрів, пропонується пропускати його через вихрову трубку Ранка-Хілша, який потім за допомогою системи гнучких шлангів направляємо на різні вузли, що вимагають холодного або гарячого повітря. Потік холодного повітря можна направити на радіатор, буксовий підшипник, у зазор між гальмівною колодкою і колесом або гальмівною накладкою і гальмівним диском, холодильну камеру і тягові електродвигуни. Потік гарячого направляти на гумові вироби, різьбові сполучення, важільну передачу, гальмівні колодки, а також у зону контакту колеса з рейкою для підвищення їх зчеплення.

Вихровий ефект (ефект Ранка-Хілша) полягає в поділенні стисненого повітря на дві фракції (рис. 1) при закручуванні в циліндричній або конічній камері.

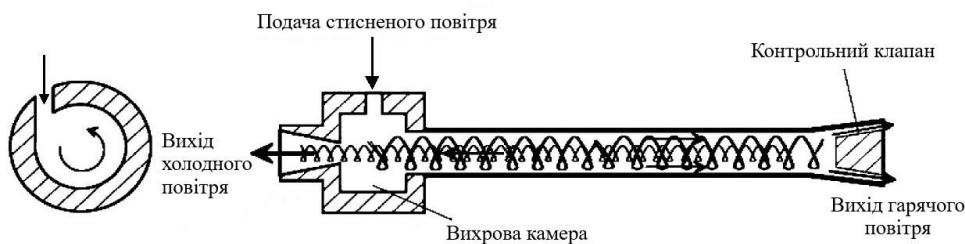


Рис. 1. Вихрова трубка Ранка-Хілша

При надходженні стисненого повітря через сопло утворюється інтенсивний круговий потік, приосьові шари якого помітно охолоджуються і відводяться через отвір діафрагми у вигляді холодного потоку, а периферійні шари підігріваються і витікають через дросель у вигляді гарячого потоку. У міру прикриття дроселя загальний рівень тиску в вихровій трубці підвищується, і витрата холодного потоку через отвір діафрагми збільшується при відповідному зменшенні витрат гарячого потоку. При цьому температури холодного і гарячого потоків також змінюються [1, 2].

Трубка Ранка-Хілша дозволяє при тиску повітря $P = 0,4 \dots 1$ МПа і його температурі 20°C отримувати на виході холодний потік повітря з температурою від $+20^\circ\text{C}$ до -80°C і попутно гарячий – з температурою від $+40^\circ\text{C}$ до $+150^\circ\text{C}$ [1, 3].

Вивчення трубки Ранка-Хілша дозволяє виділити п'ять основних параметрів системи (рис. 2) на вході, на виході гарячого потоку і виході холодного потоку [3]: тиск p_b, p_r, p_x , температура T_b, T_r, T_x , щільність ρ_b, ρ_r, ρ_x , швидкість V_b, V_r, V_x і ентальпійний потік $\dot{H}_b, \dot{H}_r, \dot{H}_x$.

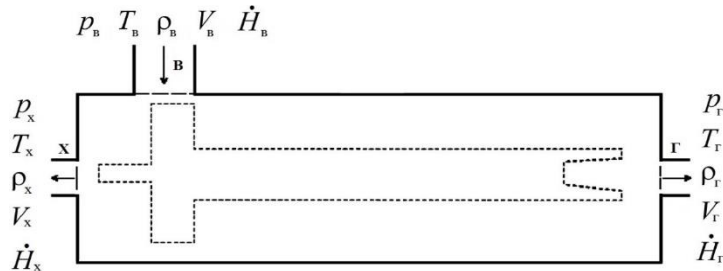


Рис. 2. Основні параметри трубки

Як показники ефективності вихрових труб використовують такі різниці температур: $\Delta T_r = T_r - T_b$ – різниця між температурою гарячого потоку і температурою на виході, $\Delta T_x = T_x - T_b$ – різниця між температурою холодного потоку і температурою на вході, $\Delta T_{rx} = T_r - T_x$ – різниця між температурою гарячого і холодного потоків [2].

Збільшення зчіпних якостей коліс локомотива з рейками, є однією з важливих задач при проектуванні і експлуатації локомотивів, так як через цей вузол передаються прискорюючі, уповільнюючі і напрямні сили. Одним з найпоширеніших способів збільшення і стабілізації зчеплення в зоні контакту «колесо-рейка», є подача кварцового піску на поверхню рейок перед колесами локомотива. Даний спосіб, володіючи такими перевагами як висока ефективність, зручність використання, відносна дешевизна, має і явні недоліки – збільшення опору руху поточного складу, підвищений знос і пошкодження рейок і коліс (абразивний знос), забруднення баластної призми і рейко-шпальної решітки.

При подачі стисненого гарячого повітря в зону контакту колеса з рейкою відбувається висушування від вологи і очищення зони контакту від «третього тіла». Таке технічне рішення дозволить знизити знос коліс локомотива і рейок,

зменшити витрату екіпірувальних матеріалів і виключити засмічення баластної призми. При цьому зчіпні властивості поверхонь коліс і рейок будуть підвищені за рахунок попереднього їх нагрівання і очищення від несприятливого «третього тіла».

Для визначення доцільності використання ефекту Ранка-Хілша проводилися експериментальні дослідження на модернізованій машині тертя СМЦ-2 на парі тертя «диск-диск». При проведенні досліджень використовувалися три фрикційних стану пари тертя: чисті і сухі, змочені водою, покриті відпрацьованим маслом. Стиснене повітря подавався в зону контакту пари тертя «диск-диск» зі швидкістю 85 м/с і температурою 100°C. Похибки при вимірюванні швидкості складають ± 3 м/с, температури – $\pm 5^\circ\text{C}$ [4].

Результати проведених експериментальних досліджень (рис. 3) показують, що величина коефіцієнта тертя пари «диск-диск» збільшується при подачі стисненого гарячого повітря в зону їх контакту на 6,67% при чистому і сухому стані контактуючих поверхонь, на 13,64% при змочених водою, на 10,52% при покритих відпрацьованим маслом [4].

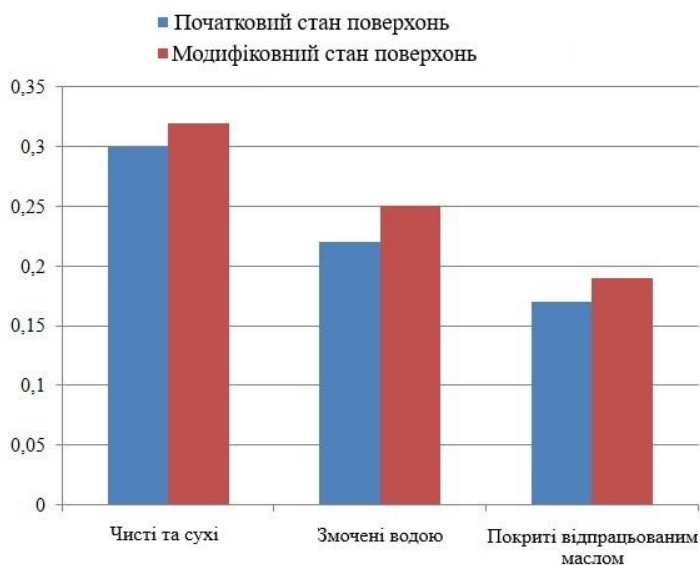


Рис. 3. Гістограма зміни коефіцієнта тертя

У даній роботі запропоновано принцип використання стисненого повітря з гальмівних циліндрів, який стравлюється в атмосферу після припинення гальмування, для підвищення зчіпних якостей коліс локомотива з рейками. Визначено, що підібравши раціональні конструктивні параметри трубки Ранка-Хілша і основні параметри потоку стисненого повітря на вході, можна знизити вірогідність виникнення процесу боксування та юзу коліс з рейками, забезпечивши оптимальні умови їх контактування.

Література

1. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в технике / А.П. Меркулов. – М.: Издательство «Машиностроение», 1969. – 183 с.
2. Гуцол А.Ф. Эффект Ранка // Успехи физических наук, 1997. Т. 167, № 6. – С. 665-687.
3. Коркодинов Я.А. Применение эффекта Ранка-Хильша / Я.А. Коркодинов, О.Г. Хурма-туллин // Вестник ПНИПУ. – 2012. № 4. – С. 42-54.
4. Горбунов Н.И. Улучшение энерго-эффективности и экономичности локомотива использованием экологически чистой технологи / Н.И. Горбунов, М.В. Ковтанец, Д.В. Соболев // Материалы II-й всеукраинской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и студентов «Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта» (г. Северодонецк, 22 мая 2015). – С. 6-8.
5. Gorbunov M. Reducing the wheel-rail system wear intensity with thermomechanical impact / M. Gorbunov, M. Kovtanets, G. Bureika, T. Kovtanets // Proceedings of the 23rd International Scientific Conference. Transport Means 2019, 02-04 October, Palanga, Lithuania. 2019. – P. 1260-1265.

ЗАСТОСУВАННЯ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЛОКОМОТИВА

Ковтанець М.В., Ноженко В.С., Просвірова О.В., Ковтанець Т.М., Вакулік М.М.

Для залізничного транспортного комплексу зараз є актуальним проведення модернізації не тільки інфраструктури, але і локомотивів та іншої залізничної техніки. У роботі визначено, що підбравши раціональні конструктивні параметри трубки Ранка-Хілша і основні параметри потоку стисненого повітря на вході, можна знизити вірогідність виникнення процесу боксування та юзу коліс з рейками, забезпечивши оптимальні умови їх контактування.

Ключові слова: гальмівне обладнання, потік повітря, вихровий ефект, трубка Ранка-Хілша, охолодження, нагрів.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФЕКТИВНОСТИ ЛОКОМОТИВА

Ковтанец М.В., Ноженко В.С., Просвинова О.В., Ковтанец Т.Н., Вакулік М.М.

Для железнодорожного транспортного комплекса сейчас является актуальным проведение модернизации не только инфраструктуры, но и локомотивов и другой железнодорожной техники. В работе определено, что подобрал оптимальные конструктивные параметры трубки Ранка-Хилша и основные параметры потока сжатого воздуха на входе, можно снизить вероятность возникновения процесса боксования и юза колес с рельсами, обеспечив оптимальные условия их контактирования.

Ключевые слова: тормозное оборудование, поток воздуха, вихревой эффект, трубка Ранка-Хилша, охлаждения, нагрев.

APPLICATION OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY TO IMPROVE THE ENERGY EFFICIENCY OF A LOCOMOTIVE

Kovtanets M., Nozhenko V., Prosvirova O., Kovtanets T., Vakulik M.

For the railway transport complex it is now important to modernize not only the infrastructure, but also locomotives and other railway equipment. It is determined in the work that by selecting the optimal design parameters of the Rank-Hills tube and the main parameters of the compressed air flow at the inlet, you can reduce the likelihood of boxing and use of wheels with rails, providing optimal contact conditions.

Keywords: brake equipment, air flow, vortex effect, Rank-Hilsch tube, cooling, heating.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОТАЦІЙНИХ ГІДРАВЛІЧНИХ ГАСИТЕЛІВ КОЛИВАНЬ

Сергієнко О. В., Загорський Д. В.

Одним з напрямків розвитку транспортної мережі в Україні є перехід на високошвидкісний рух наземного транспорту. Збільшення швидкості руху транспортних засобів тягне за собою підвищення вимог щодо забезпечення безпеки і ефективності його використання.

Теоретичні дослідження і експериментальні дані показують, що у зв'язку з жорсткістю вимог до тягово-гальмівних якостей локомотивів при збільшенні швидкостей руху виникає необхідність вдосконалення ресорного підвішування першого щабля з точки зору підвищення ефективності гасіння коливань.

На сучасному рухомому складі одними з основних демпфуючих елементів підвіски, що забезпечують гасіння коливань кузова і коліс, є гідравлічні гасителі коливань [1]. Основна мета використання даних гасителів коливань - забезпечення плавного збільшення сили опору при зростанні швидкості деформації підвіски і обмеження максимальної сили при досягненні певних швидкостей як на ході стиснення, так і відбою, так як гідравлічні гасителі (в тепловозі ЧМЕЗ, електровозі НС) відчувають великі навантаження до 90-110 кН (швидкість штока 1,5 м/с) і вимагають конструктивних заходів щодо їх захисту (їх термін служби не перевищує 100 000 км).

Гідравлічні поршневі гасителі коливань широко застосовуються також в другому щаблі підвішування залізничного екіпажу, де вони захищаються від імпульсних перевантажень рамою візка і пружинами підбуксового ресорного підвішування. Використання їх стримує основний недолік – жорстка передача ударних імпульсів. Крім того, з точки зору віброзахисту експлуатаційні характеристики гідродемпферів не є оптимальними, оскільки не враховують фазовий зсув коливань кузова щодо коліс, що призводить до існування в циклі гармонійних коливань двох зон, в яких вони не гасять, а, навпаки, збільшують коливання підресорною маси [1, 2]. Розроблені на ПАТ «Луганськтепловоз» конструкції ротаційних гідравлічних гасителів вільні від цього недоліку, проте їх широкому застосуванню перешкоджає застосування в них високов'язких поліметилсилоксанових рідин, в'язкість яких знаходиться в сильній залежності від температури навколишнього середовища.

Аналіз наявних досліджень [2-5] показує, що вирішення проблеми ефективності демпфування потрібно здійснювати на основі комплексного підходу, однією зі складових якого є дослідження впливу різних чинників на працездатність гасителів коливань з метою підвищення їх ефективності. Одним з напрямків вирішення задачі створення гасителів коливань, що мають всі переваги та виключають недоліки гідродемпферів поршневого типу, можуть стати гідравлічні га-

сителі в'язкого тертя ротаційного типу. У гідравлічних гасителях ротаційного типу механічна енергія коливань перетворюється в теплову за рахунок виникнення сил в'язкого тертя в рідині, що заповнює зазори між поверхнями, які здійснюють зворотно-обертальні переміщення [6]. Згідно з результатами досліджень [6], ротаційні гасителі володіють усіма загальновідомими перевагами гідродемпферів з дроселюванням рідини, а саме:

- здатністю стійко обмежувати величину амплітуд коливань при будь-якому поєднанні збурюючих факторів;
- плавним, без початкового зусилля, включенням в роботу;
- зниженням коефіцієнта динаміки ресорного підвішування за рахунок зсуву фаз між дисипативною силою і пружною силою пружин;
- практичною відсутністю негативного впливу на розважування локомотива, що знижує схильність до боксування.

До числа переваг гасителя такого типу перед поршневыми гідравлічними гасителями слід віднести:

- автоматичний (забезпечується реологічними характеристиками застосовуваних рідин) захист від перевантажень при імпульсних збуреннях без застосування ненадійно працюючих клапанів;
- відсутність при роботі надлишкового тиску у внутрішніх порожнинах корпусу, що спрощує конструкцію ущільнень і підвищує їх довговічність;
- ущільнення, що практично не протікають, і виконують зворотно-обертальний рух (з обмеженою амплітудою) деталей, що забезпечується застосуванням пружних елементів (типу сайлентблоків), які працюють без ковзання по поверхнях, що з'єднуються;
- можливість регулювання параметрів гасителя зміною кількості заправленої рідини;
- плавне включення в роботу (без потоку зусиль);
- відсутній негативний вплив на тягу;
- мінімальне тертя в опорних вузлах.

На сьогоднішній день розроблено і досліджено досить багато конструкцій роторних гідравлічних гасителів коливань, які умовно можна розділити на некеровані і керовані. Відомі ротаційні гідравлічні гасителі коливань, що містять заповнений в'язкою робочою рідиною корпус, вал-ротор, який утворює з корпусом робочі зазори і кінематично з'єднаний з демпфіруємим об'єктом, які можна віднести до некерованих демпферів, у зв'язку з тим, що можливість регулювання їх робочими характеристиками є тільки в момент створення конструкції [7, 8].

Недоліком даних пристроїв є відсутність можливості зміни моменту тертя в'язкої робочої рідини, розміщеної в корпусі гасителя коливань, низька ефективність гасіння коливань і ударів в різних діапазонах температур, по різних ділянках шляху і при різних динамічних навантаженнях і швидкостях через малий об'єм робочої рідини, відсутність регулювання моменту тертя ковзання робочого середовища, розміщеної між валом-ротором і корпусом, що знижує ефективність роботи роторного гідравлічного гасителя коливань ресорного підвішування локомотива при зміні швидкості.

Прагнення отримати необхідну енергоємність демпфера і підвищити його ефективність в різних діапазонах температур, при русі рухомого складу по різних ділянках шляху, при різних динамічних навантаженнях і швидкостях привело до створення керованих гасителів, в яких є можливість управляти демпфуючими характеристиками в процесі руху поїзда. У такій конструкції енергоємність гасителя залежить від:

- в'язкості і щільності рідини;
- зазору між пластинами;
- мікрогеометрії робочих поверхонь;
- майданчиків зіткнення рідини і обертових частин.

Зміна вище названих параметрів в процесі його роботи може бути і керуючою функцією гасителя.

Авторами запропоновано удосконалену конструкцію керованого роторного гідравлічного гасителя коливачів (рис. 1), в якому робоча рідина 4, що заповнює зазори 3 між корпусом 1 та валом-ротором 2, являє собою суміш речовин, які мають різну температуру фазового переходу в інший агрегатний стан з поступовим поглинанням теплової енергії при підвищенні температури за рахунок виникнення сил в'язкого тертя в робочій рідині, і тим самим, виконують функцію стабілізації температури, забезпечуючи стабільність демпфуючої характеристики. Ця суміш може складатися, наприклад, з парафіну, антифризу і натрієвих сполук (тобто з декількох теплоносіїв з різними теплофізичними характеристиками, які виконують функцію послідовного включення властивостей цих матеріалів за принципом наростання температури фазових переходів завдяки силі тертя).

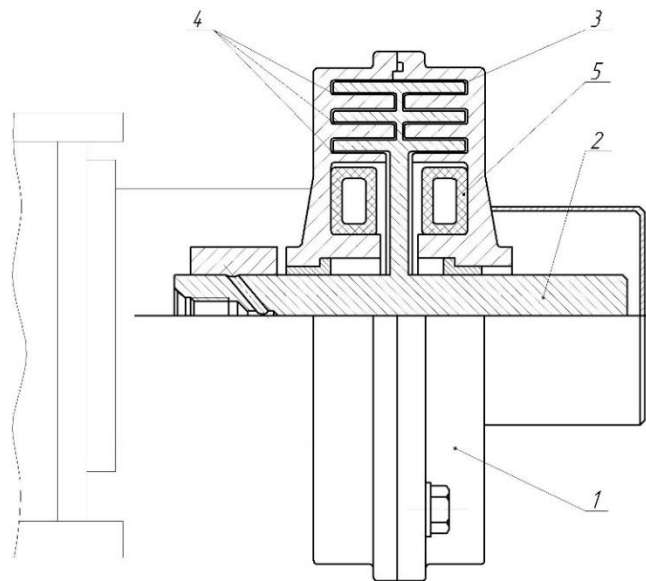


Рис. 1. Конструктивна схема роторного гідравлічного гасителя коливачів: 1 - герметичний контейнер, 2 - вал-ротор, 3 - робочі зазори, 4 - робоча рідина, 5 - компенсатор

Завдяки тому, що робочою рідиною є суміш речовин, які мають різну температуру фазового переходу в інший агрегатний стан з поступовим поглинанням теплової енергії при підвищенні температури за рахунок виникнення сил в'язкого тертя в робочій рідині починається послідовне включення властивостей компонентів. При досягненні температури кипіння кожної із речовин суміші відбувається зміна стану рідин, наприклад парафін із твердого стану переходить в рідкий стан, антифриз із рідкого стану переходить в газоподібний стан, сполуки натрію із рідкого стану переходять в газоподібний стан. Таким чином, під час теплообміну відбувається стабілізація температури, що забезпечує стабільність демпфуючої характеристики та дозволить суттєво підвищити ефективність функціонування гасителя коливань.

Література

1. Новиков В.В. Гидравлический амортизатор с переменным сопротивлением / В.В. Новиков, И.М.Рябов, К.В. Чернышов, А.В.Поздеев, Г.В. Марков // ВЕСТНИК НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ, 2018. № 6(42). Том 1. С. 7–12.
2. Басов Г.Г., Нестиренко В.И., Бурка М.Л., Петров А.С. Проблемы демпфирования колебаний в системе амортизации ж.д. подвижного состава // Вестник Восточноукр. нац. ун-та. – Луганск: ВНУ им. В.Даля, 2004. – Вып. №11(81) . – С. 84-89.
3. Лазарян В.А. Динамика транспортних средств: Избр. Тр. – К.: Наук. Думка, 1985. 528 с. (Lazaryan V.A. Vehicle dynamics: Selected Pros. – K.: Nauk. Dumka, 1985. 528 p.)
4. Дьомін Р.Ю. Розрахункова оцінка динамічних показників швидкісного вагона // Вісник СХУ ім. В. Даля, 2017. № 9 (239). С. 33–37.
5. Wang, Yi-Xuan, Chen, En-Li, Qi, Zhuang, Liu, Peng-Fei, Zhang, Lin: Analysis of dynamic behaviour of high-speed railway vehicle with faulty anti-hunting damper. Journal of Advances in Vehicle Engineering 3(3). 2017.
6. Горбунов Н.И., Кашура А.Л., Попов С.В., Кравченко Е.А. Активное демпфирование колебаний в рессорном подвешивании экипажа локомотива // Вестник Восточноукр. нац. ун-та. – Луганськ: ВНУ им. В.Даля, 2005. – Вып. № 8(90) (ч. 1) . – С. 152-155.
7. А. с. СРСР №1222931 кл. F16F9/12, 07.04.1986, бюл. №13.
8. А.с. СРСР № 1566115, кл. F16F 9/12, опубл. 23.05.90, бюл. № 19.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОТАЦІЙНИХ ГІДРАВЛІЧНИХ ГАСИТЕЛІВ КОЛИВАНЬ

Сергієнко О.В., Загорський Д.В.

В роботі проведено аналіз ефективності функціонування існуючих конструкцій гідравлічних гасителів коливань. З метою підвищення ефективності гасіння коливань запропоновано конструкцію керованого ротаційного гідравлічного гасителя коливань, робочі зазори якого заповнені рідиною, що являє собою суміш речовин, які мають різну температуру фазового переходу в інший агрегатний стан з поступовим поглинанням теплової енергії при підвищенні температури за рахунок виникнення сил в'язкого тертя в робочій рідині, що дозволяє стабілізувати температуру, забезпечуючи стабільність демпфуючої характеристики, або з метою її регулювання.

Ключові слова: транспортний засіб, ротаційний гідравлічний гаситель коливань, ефективність, демпфуюча здатність.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РОТАЦИОННЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ГАСИТЕЛЕЙ КОЛЕБАНИЙ

Сергиенко О.В., Загорский Д.В.

В работе проведен анализ эффективности функционирования существующих конструкций гидравлических гасителей колебаний. С целью повышения эффективности гашения колебаний предложена конструкция управляемого ротационного гидравлического гасителя колебаний, рабочие зазоры которого заполнены жидкостью, которая представляет собой смесь веществ, которые имеют различную температуру фазового перехода в другое агрегатное состояние с постепенным поглощением тепловой энергии при повышении температуры за счет возникновения сил вязкого трения в рабочей жидкости, что позволяет стабилизировать температуру, обеспечивая стабильность демпфирующей характеристики или с целью ее регулирования.

Ключевые слова: транспортное средство, ротационный гидравлический гаситель колебаний, эффективность, демпфирующая способность.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF ROTARY HYDRAULIC VIBRATION DAMPER

Serhiienko O.V., Zagorskiy D.V.

The analysis of functioning efficiency of existing designs of hydraulic dampers is carried out in the work. In order to increase the efficiency of vibration damping, the design of a controlled rotary hydraulic vibration damper is proposed, the working gaps of which are filled with liquid, which is a substances composition with different phase-transition temperature to another state of aggregation with gradual absorption of thermal energy, when the temperature rises, due to the emergence of viscous friction forces in the working fluid, which allows to stabilize the temperature, ensuring the stability of the damping characteristic, or to regulate it.

Keywords: vehicle, rotary hydraulic vibration damper, efficiency, damping ability.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСУ ВУГЛЕЦЬ-ВУГЛЕЦЕВИХ КОМПОЗИТНИХ ФРИКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Шевченко С. І., Полупан Є. В.

За останні десятиліття вітчизняна наука, яка займається дослідженням фрикційних матеріалів і підвищенням безпеки експлуатації автотранспортних засобів, одержала значний розвиток. Якість гальмових пристроїв у сучасних автомобілях в основному визначається конструктивним виконанням вузла тертя і оптимальною комбінацією матеріалів фрикційної пари. До фрикційних матеріалів гальмових пристроїв автомобілів пред'являється досить великий перелік вимог до довжини гальмового шляху, часу гальмування, зношування фрикційного матеріалу. Однак практика експлуатації автомобілів показує про недостатню ефективність роботи гальмових пристроїв, так зокрема при підвищенні температури в зоні контакту значно знижується коефіцієнт тертя і збільшується зношування фрикційного матеріалу, що може привести до важким наслідків або аварій.

Одним з напрямків підвищення ефективності гальмування на автотранспорті є застосування фрикційних вуглець-вуглецевих (С-С) композитів, що дозволяють стабілізувати коефіцієнт тертя [1]. Нами були розроблені і запатентовані компонентні состави модифікованих фрикційних С-С композитів нового покоління з піроуглецевою матрицею [2] і було поставлено завдання дослідити їх знос в процесі фрикційної роботи. Експериментальні дослідження процесу гальмування з використанням С-С композитів проводилися на лабораторному стенді [3]. Дослідження проводилися виходячи із сукупності ефективності повторних гальмувань (FADE).

Отримані в ході експериментів результати свідчать про зниження тепловий напружень пари тертя за рахунок збільшення теплопровідності та тепловіддачі С-С композитів у порівнянні із серійними матеріалами. При дослідженні впливу температури поверхонь тертя на зміну коефіцієнта тертя для нових і серійних фрикційних матеріалів були отримані залежності, представлені на (рис. 1) у вигляді полів імовірних значень. При цьому залежності середніх значень прийняті як апроксимація по математичних очікуваннях приватних розподілів випадкової величини коефіцієнта тертя при фіксованих значеннях температури.

Аналіз результатів випробувань показав, що випробувані в однакових умовах три модифіковані накладки АТ+РуС, які мають однакові параметри по щільності і пористості та вирізані з однієї заготовки, поведуться по різному (рис. 1б). При 15°C усі три зразки мають близькі коефіцієнти тертя на рівні $\mu=0,1-0,17$. При підвищенні температури до 300-350°C коефіцієнт тертя зразків АТ+РуС-1 і АТ+РуС-3 падає до 0,1. Коефіцієнт тертя зразка АТ+РуС-2 при підвищенні температури росте і досягає максимуму $\mu=0,35$ при 220°C, а потім різко падає до $\mu=0,1$ при 330°C. При 310-330°C, на всіх трьох зразках з'явилися тріщини. При

розгляді фрикційних властивостей серійних (рис. 1а) і С-С композитів (рис. 1б, 1в, 1г) можна відзначити, що в більшості серійних матеріалів при нагріванні спостерігається незначне зростання коефіцієнта тертя, а потім різке зниження. При цьому практично відсутній період стабілізації. У поліпшених С-С композитів (УТ22-В, УТ22-АО, УТ22-ВСL рис. 1г) при нагріванні зони контакту спостерігається постійне зростання коефіцієнта тертя з 0,35-0,45 до 0,52-0,6. При цьому в матеріалі УТ22-В спостерігається досить великий період стабілізації коефіцієнта тертя в діапазоні температур 180-420°С.

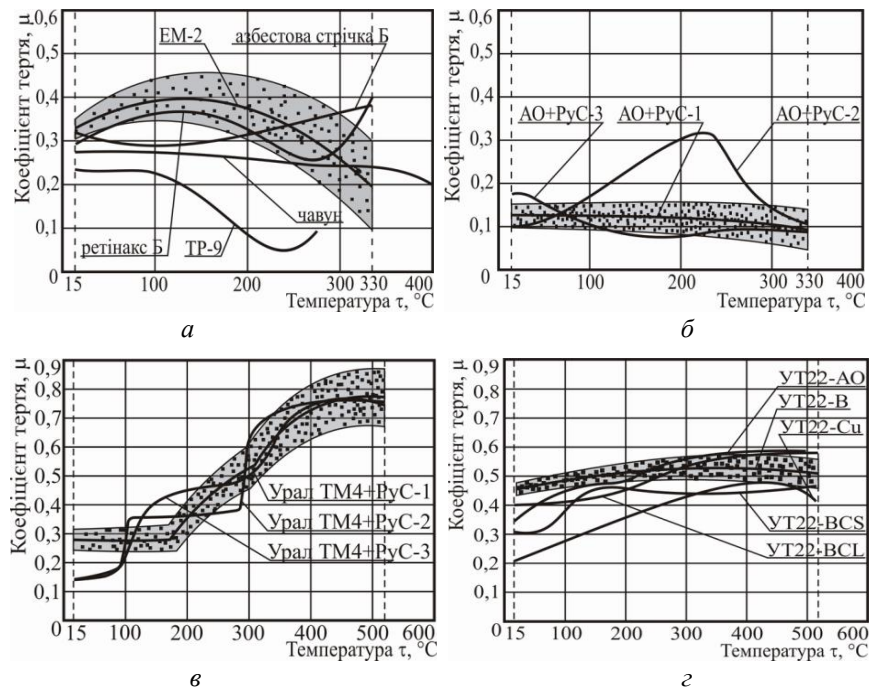


Рис. 1. Залежність зміни коефіцієнта тертя від температури поверхонь тертя: а - для найбільш поширених фрикційних матеріалів; б - для асбесто-вуглецевих фрикційних матеріалів; в - для вуглець-композитних матеріалів; г - для покращених вуглець-композитних матеріалів

Випробування на зносостійкість вуглець-вуглецевих фрикційних матеріалів, проводилися при важкому режимі роботи гальмового пристрою (з зусиллям на одну колодку 1580Н, що відповідає гальмовому моменту 200Н·м). Зношування фрикційної накладки визначалося зміною товщини колодок при їхньому вимірі. Виміри проводилися мікрометром у восьми точках, для чого на задній поверхні колодки висвердлювалися лунки, як показано на рис. 2.

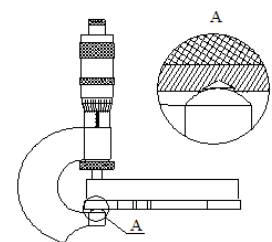


Рис. 2. Схема вимірів товщини колодки

Випробування проводилися для кожного матеріалу з однаковими навантаженнями та в однакових умовах. Графічні залежності випробувань представлені на рис. 3. У результаті порівняльних експериментальних досліджень було встановлено, що зносостійкість нових вуглець-вуглецевих фрикційних матеріалів у порівнянні з найпоширенішими фрикційними матеріалами в 4-8 раз вище.

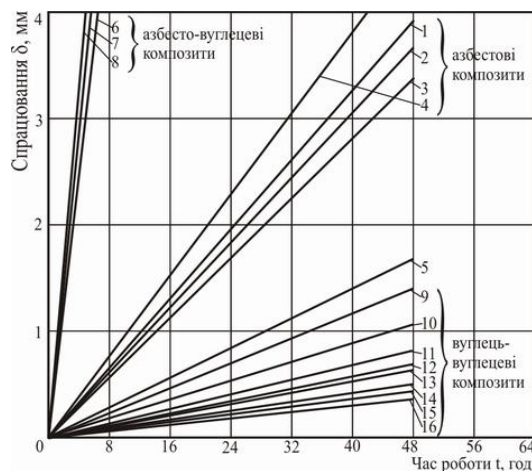


Рис. 3. Експериментальні залежності зміни спрацювання від тривалості випробувань за ідентичних умов для різних матеріалів: 1 - ЕМ-2; 2 - ретінакс Б; 3 - азбестова стрічка Б; 4 – ТР-9; 5 – чавун; 6 - АО+РyC-1; 7 - АО+РyC-2; 8 - АО+РyC-3; 9 - УТ22-АО; 10 - УТ22-У; 11 - Урал ТМ4+РyC-1; 12 - Урал ТМ4+РyC-2; 13 - Урал ТМ4+РyC-3; 14 - УТ22-ВСL; 15 - УТ22-ВСS; 16 - УТ22-В.

Очевидно, що нові матеріали значно перевершує серійні як по величині реалізованого коефіцієнта тертя, так і по зносостійкості. Композитні фрикційні матеріали Урал-ТМ4+РyC і УТ 22-В на основі вуглецевої матриці, зміцнені вуглецевими волокнами, суттєво перевершують серійні матеріали як по величині реалізованого коефіцієнта тертя, при температурі від 100 до 500°C у контактній зоні фрикційних поверхонь коефіцієнт тертя стабілізується на рівні 0,5. Також вони мають більш високу зносостійкість у порівнянні з найпоширенішими фрикційними асбофрикційними матеріалами в 4-8 раз, що підтверджується випробуваннями на зношування.

Література

1. Starchenko V. Nal C-C composites of a new generation for the automobile brake devices / Valery Starchenko, Sergey Shevshenko, Evgeniy Rudenko // ТЕКА Commission of motorization and power industry in agriculture. – 2010 – Volume XC. – P. 310-315.
2. Старченко В.М., Полупан Є.В., Шевченко С.І. Патент на винахід 82267 UA, C04B 35/83 C04B 35/52 F16D 69/00. Композитний матеріал на основі вуглець-вуглець для фрикційних елементів. – Опубл. 25.03.2008. Бюл. №6.
3. Старченко В.Н., Шевченко С.И. Измерительная система для диагностики и испытания тормозных устройств транспортных машин // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Василя Крижанівського. – 2010. – №1. – С. 10-13.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСУ ВУГЛЕЦЬ-ВУГЛЕЦЕВИХ КОМПОЗИТНИХ ФРИКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Шевченко С. І., Полупан Є. В.

Робота полягає в експериментальному дослідженні зношування вуглець-вуглецевих композитних фрикційних матеріалів. При цьому розглянуті питання дослідження триботехнічних характеристик нових фрикційних матеріалів на основі вуглець-вуглецевих композитів з піроуглеродною матрицею і виконано їх порівняльний аналіз зі стандартними фрикційними матеріалами.

Ключові слова: гальмовий пристрій, коефіцієнт тертя, вуглець-вуглецеві композитні фрикційні матеріали, зношування фрикційного матеріалу.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИТНЫХ ФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Шевченко С. И., Полупан Е. В.

Работа заключается в экспериментальном исследовании износа углерод-углеродных композитных фрикционных материалов. При этом рассмотрены вопросы исследования триботехнических характеристик новых фрикционных материалов на основе углерод-углеродных композитов с пироуглеродной матрицей и выполнен их сравнительный анализ со стандартными фрикционными материалами.

Ключевые слова: тормозное устройство, коэффициент трения, углерод-углеродные композитные фрикционные материалы, износ фрикционного материала.

RESEARCH OF THE WEAR OF CARBON-CARBON COMPOSITE FRICTIONAL MATERIALS

Shevshenko S., Polupan E.

The work consists in an experimental study of the wear of carbon-carbon composite friction materials. At the same time, the issues of studying the tribotechnical characteristics of new friction materials based on carbon-carbon composites with a pyrocarbon matrix are considered and their comparative analysis with standard friction materials is carried out.

Keywords: braking device, coefficient of friction, carbon-carbon composite friction materials, wear of friction material.

КОРОЗИЙНА СТІЙКІСТЬ ТА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ МОДИФІКОВАНОЇ СТАЛІ ШХ15 – МАТЕРІАЛУ ОПОРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНИХ МЕХАНІЗМІВ

Василенко Н. П., Гончаров В. В., Климаш А. О.

У практиці отримання модифікованого захисного покриття з різних хімічних сполук широкого поширення набув метод реактивного напилення. Різновиди цього методу застосовують при приготуванні покриття нітриду деяких елементів, що володіють рядом цінних властивостей, перспективних в машино- та приладобудуванні: бар'єрні шари в багат шарових контактних системах інтегральних схем, зміцнюючі, зносо- та корозійностійкі покриття, деталі та приладдя в ортопедії тощо.

Однак, часто нанесені шари не мають необхідних механічних, фізичних і хімічних властивостей, а також мають низьку адгезію. Для поліпшення властивостей отриманого покриття в такому випадку в останні роки використовується метод іонної імплантації [1].

У роботі отримували покриття з нітридів. Для цього в якості основи була використана сталь ШХ15 – найпоширеніший матеріал деталей опор будь-яких механізмів з парами обертання. Напилення азоту на сталеві підкладки проводилося при кімнатній температурі та робочому тиску $5,32 \cdot 10^{-2}$ Па. Використовували мішень з титану, хрому та цирконію. Підкладки були зважені до та після імплантації на аналітичних вагах моделі ВЛР-200г.

Для отримання якісних твердих та зносостійких покриттів важливо підібрати правильно режим напилення. У літературних даних [2, 3] зазначено, що зносостійкість покриття максимальна при дозі впроваджуваних іонів $D = 10^{17}$ іон/см². Так як доза впроваджуваних іонів безпосередньо залежить від часу, то для напилення були взяті зразки сталі ШХ15 в кількості 16 штук. Параметри режиму напилення були наступні: $U_p = 400$ В, $I_p = 0,5$ А, $U_m = 2$ кВ, $I_m = 50$ мА, $U_{підк} = 25$ кВ, $I_{підк} = 35$ мА. Час обробки варіювався від 3 до 120 хв. Доза іонів, впроваджених в основу, розраховувалася за формулою (1) і становила $1,83 \cdot 10^{16} - 7,34 \cdot 10^{17}$ іон/см².

$$D = \frac{I \cdot t}{S \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \left[1 / \text{см}^2 \right] \quad (1)$$

У роботі використовувався гравіметричний метод визначення швидкості корозії [4]. Досліджуваним середовищем був розчин водної емульсії. Досліджувалася корозійна стійкість поверхні зразків до та після іонної імплантації з використанням мішеней титану ($t_{імпл} = 60$ хв), хрому ($t_{імпл} = 40$ хв) та цирконію ($t_{імпл} = 40$ хв) відповідно до методики корозійних випробувань. У таблиці 1 наве-

дені розрахункові значення масового показника швидкості корозії покриттів К, (г/м² год).

Таблиця 1

Розрахункові значення масового показника швидкості корозії К, (г/м²·год)

Час випробувань, год	Необроблена сталь (ШХ15)	Покриття		
		TiN	CrN	ZrN
200	0,02883	0,05826	0,01878	0,03209
500	0,01963	0,02645	0,01214	0,02127
1000	0,00207	0,01287	0,00503	0,01305

В результаті досліджень виявлено, що зі збільшенням часу випробувань швидкість корозії зразків без покриття та з нанесеними покриттями зменшується (рис. 1).

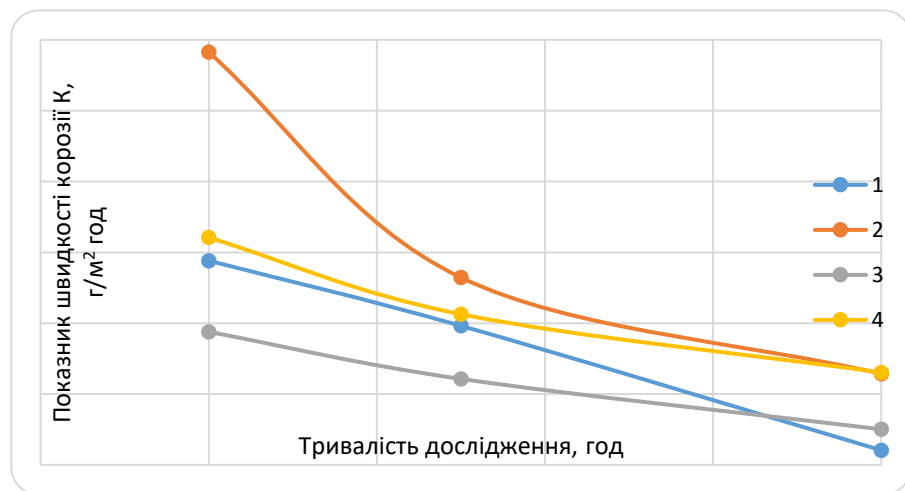


Рис. 1. Результати корозійних випробувань поверхні:
1 - без покриття; 2 - покриттям з нітридом Ti; 3 - покриттям з нітридом Cr;
4 - покриттям з нітридом Zr

Крім того, спостерігається зменшення залежності швидкості корозії від часу випробувань у зразках з покриттями в порівнянні із зразками без покриття. Встановлено, що кращу корозійну стійкість мають покриття CrN. На наш погляд, це пов'язано з різною пористістю покриттів.

Дослідження модифікованих нітридних покриттів на зносостійкість здійснювалося за допомогою машини тертя АЕ-5. Мазилом служила водна емульсія. В роботі проведений аналіз результатів вимірювань зносостійкості покриттів, отриманих методом іонної імплантації з використанням різних мішеней Ti, Cr і Zr (рис. 2-4), в залежності від часу імплантації.

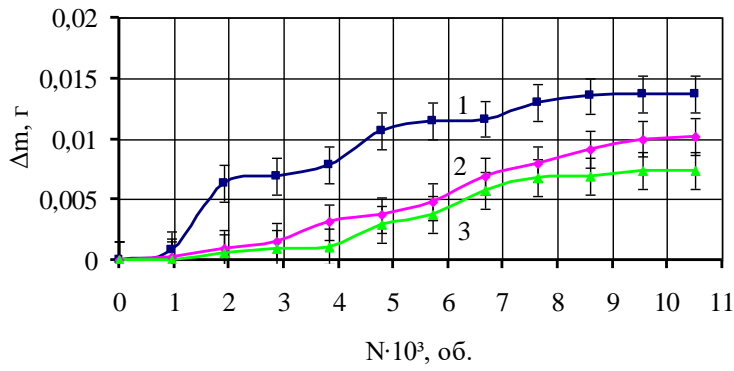


Рис. 2. Результати досліджень зносостійкості поверхні: 1 - без покриття; 2 - при 20 хв імплантації TiN; 3 - при 120 хв імплантації TiN

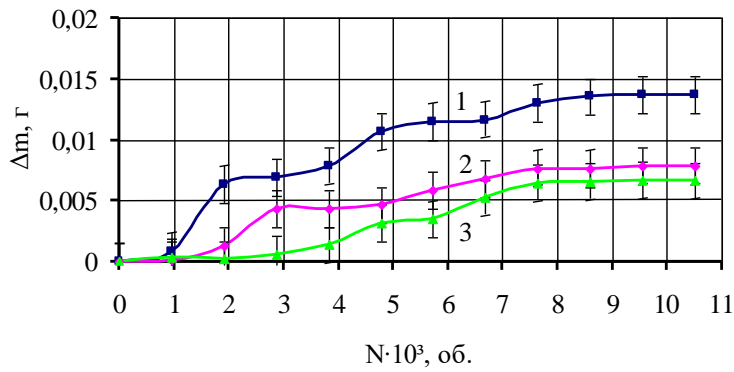


Рис. 3. Результати досліджень зносостійкості поверхні: 1 - без покриття; 2 - при 60 хв імплантації CrN; 3 - при 80 хв імплантації CrN

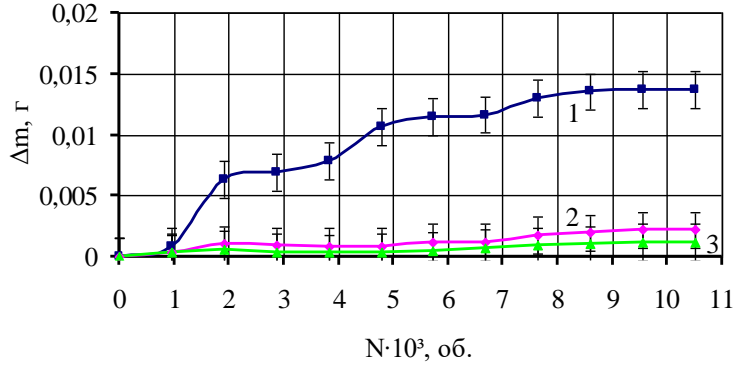


Рис. 4. Результати досліджень зносостійкості поверхні: 1 - без покриття; 2 - при 40 хв імплантації ZrN; 3 - при 80 хв імплантації ZrN

За допомогою наведених залежностей можна виділити дві стадії: підробітки і стабільного зношування. На стадії зношування швидкості втрати ваги незначні для зразків до та після імплантації. Основна відмінність спостерігається на стадії підробітки. Тут величини зносу для поверхонь з покриттями зменшуються в порівнянні з поверхнею без покриття (TiN: в 1,3-1,86 рази; CrN: в 1,75-2,06 рази; ZrN: в 6,28-12,02 рази).

Таким чином, можна вважати, що імплантація позитивно впливає на зносо- та корозійностійкість і може використовуватися як технологія модифікації матеріалів транспортних механізмів. При цьому, час імплантації впливає не тільки на величину, але і на швидкість зношування. В результаті досліджень спостерігається зниження швидкості зношування зі збільшенням часу імплантації. Встановлено, що найменша величина і швидкість зносу серед нанесених покриттів на підкладку конструкційної сталі ШХ15 у покриття ZrN. Отже, іонна імплантація призводить до зменшення зносу на стадії підробітки і найбільш ефективним є покриття нітриду цирконію.

Література

1. Модифицирование и легирование поверхности лазерными, ионными и электронными пучками / [под ред. Поута Дж. М., Фоти Г., Джекобсона Д. К. – М.: Машиностроение, 1987. – 424 с.
2. Ионная имплантация в полупроводники и другие материалы : [сб. статей / науч. ред. Куранский Е. и др.]. – М.: Мир, 1980. – 332 с.
3. Васильев І.П., Злобін В.М., Зотов О.В. Можливості використання корпускулярного лігування // Автоматизація технологічних процесів та промислова екологія. Науково-технічний збірник.- К., Вид-во СУДУ.- 1997.- 93-95 с.
4. Макаров А.М., Брыскин И.Е. Потенциостатические методы в коррозионных исследованиях и электрохимической защите. – М.: Химия, 1972. –168 с.

ВИВЧЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ І ЗНОСОСТІЙКОСТІ МОДИФІКОВАНИХ ЗАХИСНИХ НІТРИДНИХ ПОКРИТТІВ

Василенко Н. П., Гончаров В. В., Климаш А. О.

У практиці отримання модифікованого захисного покриття з різних хімічних сполук широкого поширення набув метод реактивного напилення. Різновиди цього методу застосовують при приготуванні покриття нітриду деяких елементів, що володіють рядом цінних властивостей, перспективних в машино- та приладобудуванні: бар'єрні шари в багатощарових контактних системах інтегральних схем, зміцнюючі, зносо- та корозійностійкі покриття, деталі та приладдя в ортопедії тощо.

Ключові слова: модифіковані покриття, іонна імплантація, зносо- та корозійностійкість, корозійна стійкість.

ИЗУЧЕНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ И ИЗНОСОСТОЙКОСТИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЗАЩИТНЫХ НИТРИДНЫХ ПОКРЫТИЙ

Василенко Н. П., Гончаров В. В., Климаш А. А.

В практике получения модифицированного защитного покрытия из различных химических соединений широкое распространение получил метод реактивного напыления. Разновидности этого метода применяют при приготовлении покрытия нитрида некоторых элементов, обладающих рядом ценных свойств, перспективных в машино- и приборостроении: барьерные слои в многослойных контактных системах интегральных схем, укрепляя, износ- и коррозионностойкие покрытия, детали и устройства в ортопедии и тому подобное.

Ключевые слова: модифицированные покрытия, ионная имплантация, износостойкость, коррозионная стойкость.

STUDY OF CORROSION RESISTANCE AND WEAR RESISTANCE OF MODIFIED PROTECTIVE NITRIDE COATINGS

Vasilenko N. P., Goncharov V. V., Klymash A. O.

In the practice of obtaining a modified protective coating of various chemical compounds, the method of reactive spraying has become widespread. Varieties of this method are used in the preparation of nitride coatings of some elements that have a number of valuable properties promising in mechanical engineering and instrumentation: barrier layers in multi-layer contact systems of integrated circuits, strengthening, wear and corrosion resistant coatings, parts and accessories in orthopedics.

Keywords: modified coatings, ion implantation, wear resistance, corrosion resistance.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАСПОЛОЖЕНИЯ ИХ В ПОЕЗДЕ

Фомин А. В., Прокопенко П. Н., Кара С. В., Фомин В. В.

Существенным недостатком работы железнодорожного транспорта Украины ограничения скорости движения поездов с грузовыми вагонами в пустом состоянии, оборудованных тележками модели 18-100. В числе причин лестницы колес вагонов с рельсов, связанных с неисправностями ходовой части вагонов, можно назвать следующие: излом боковых рам и надрессорных балок тележек, слом осей и колес, неисправности роликовых подшипников буксового узла, износ элементов фрикционных гасителей колебаний и узла опирания кузова на надрессорные балки, недопустимые отклонения размеров тележек. Также важной причиной является отрицательное уменьшение тары вагона более чем на 10% от установленной заводом изготовителем. Цель работы - решение научно-практической задачи по созданию теоретических положений для определения безопасного значения коэффициента устойчивости легковесных грузовых вагонов в составе поезда и экспериментальное их подтверждение. При этом основными факторами, которые непосредственно влияют на коэффициент устойчивости являются вертикальные и продольные усилия, которые в соответствии зависят от собственного веса вагонов и действующей в продольном направлении веса поезда. Поэтому главными направлениями по определению коэффициента устойчивости был избран варьирования, местами расположения вагонов в поезде и уменьшения их собственного веса (тары). Объектами испытаний являются грузовые вагоны вагон-платформа модели 13-4012 (рис. 1), вагон-хоппер для цемента со снятой крышей модели 19-758-01 (рис. 2) и вагон цистерна модели 15-4443 (рис. 3).



Рис. 1. Универсальная вагон платформа модели 13-4012



Рис. 2. Вагон-хopper для цемента с снятой крышей модели 19-758-01



Рис. 3. Вагон-цистерна модели 15-1443

В процессе ходовых динамических испытаний вагона измеряются, анализируются и оцениваются такие величины и показатели: вертикальные и горизонтальные (поперечные) ускорение обрессоренных масс вагона в зоне подпятника вагона динамические боковые (рамные) силы, действующие на буксы колесных пар коэффициент устойчивости колеса от схода с рельсов; коэффициенты вертикальной динамики обрессоренных но не обрессоренных масс; коэффициент горизонтальной динамики (отношение боковой рамной силы к осевой нагрузке) силы действующие на опытный вагон; скорости движения. Ходовые динамические испытания проведены путем проведения исследовательских поездок в реальных условиях эксплуатации с регистрацией динамических процессов и деформаций в контрольных точках.

Этапы проведения испытания: I этап: опытный сцеп: локомотив - вагон-платформа - вагон-цистерна - динамометрический вагон - вагон-хopper со снятой крышей (рис. 4), скорость от 30 км / ч до 60-80 км / ч с шагом 5-10 км / ч.

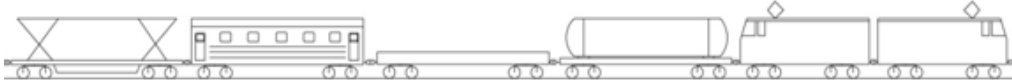


Рис. 4. Схема расположения подвижного состава во время I этапа

II этап: поезд: Вариант 1 локомотив - 6 пустых полувагонов - исследовательский сцеп - 30 загруженных полувагонов; Вариант 2 локомотив - 15 загруженных полувагонов - исследовательский сцеп - 6 пустых полувагонов - 15 загруженных полувагонов; Вариант 3 - локомотив - 30 загруженных полувагонов - исследовательский сцеп - 6 пустых полувагонов (рис. 5).

Оценка устойчивости колеса против схода с рельса проводится по формуле:

$$K_{yc} = \frac{tg\beta - \mu}{1 + \mu tg\beta} \cdot \frac{Q_{ш} \left(\frac{2(b-a_2)}{l} - K_{д}^{н} \frac{2b-a_2}{l} + K_{д}^{нн} \frac{a_2}{l} \right) + q \frac{b-a_2}{l} + \frac{r}{l} H_p}{\mu Q_{ш} \left(\frac{2(b-a_1)}{l} + K_{д}^{н} \frac{a_1}{l} - K_{д}^{нн} \frac{2b-a_2}{l} \right) + \mu q \frac{b-a_1}{l} + \left(1 - \frac{r}{l} \mu \right) H_p}, \quad (1)$$

В результате проведенных исследований максимальные силы на автосцепке-динамометре во время ходовых динамических испытаний в разных местах расположения в поезде составили: начало поезда - 325 МПа; середина поезда - 280 МПа; конец поезда - 82 МПа.

В ходе проведения теоретических и практических исследований по определению показателя коэффициента запаса устойчивости колеса со схода с рельсов в зависимости от постановки легковесных грузовых вагонов в поезде в пустом режиме на прямых и кривых отрезках железнодорожного пути в диапазоне эксплуатационных скоростей было установлено, что он меняется в негативную сторону в зависимости от уменьшения тары более чем на 10% от нормативной, плохого технического состояния несущих и экипажной части вагона и расположения вагонов в голове и середине поезда.

Литература

1. Fomin O. V., Lovska A. O., Plakhtii O. A., Nerubatskyi V. P. The influence of implementation of circular pipes in load-bearing structures of bodies of freight cars on their physico-mechanical properties. *Scientific Bulletin of National Mining University*, 6, 89-96. (2017).
2. O. Fomin, I. Kulbovskiy, E. Sorochinska, S. Sapronova, O. Bambura, Experimental confirmation of the theory of implementation of the coupled design of center girder of the hopper wagons for iron ore pellets. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 5, 1 (89), 11-19, (2017) doi: 10.15587/1729-4061.2017.109588.
3. S. Sapronova, V. Tkachenko, O. Fomin, V. Gatchenko, S. Maliuk, Research on the safety factor against derailment of railway vehicles. *Eastern-European journal of enterprise technologies*. 2017. Vol. 6, Issue 7 (90). P. 19-25. doi: 10.15587/1729-4061.2017.116194.
4. Vagoni vantazhni. Zagalni vimogi do rozrahunkiv ta proektuvannya novih i modernizovanih vagoniv koliyi 1520 mm (nesamohidnih). (2015). DSTU 7598:2014. 01 iyulya 2015].
5. Vagonyi gruzovyie. Trebovaniya k prochnosti i dinamicheskim kachestvam. (2014). GOST 33211–2014. 22 dekabrya 2014]. M: Standartinform;
6. Fomin, O. Determining strength indicators for the bearing structure of a covered wagon's body made from round pipes when transported by a railroad ferry. O. Fomin, A. Lovska, V. Masliyev, A. Tsybaliuk, O. Burlutski. – *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 7, Issue 1 (97)., 2019. P. 33–40. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.154282.
7. Fomin Oleksij Durability Determination of the Bearing Structure of an Open Freight Wagon Body Made of Round Pipes during its Transportation on the Railway Ferry. Fomin Oleksij, Juraj Gerlici, Alyona Lovska, Kateryna Kravchenko, Pavlo Prokopenko, Anna Fomina, Vladimir Hauser. – *Communications-Scientific letters of the University of Zilina* 21, no. 1, 2019. P. 28-34.
8. Gorbunov M., Kara S., Nozhenko O., Fomin O., Vaiciūnas G., Petrenko V. Creation of the image of the new generation freight car bogie. *Transport Means – Proceedings of the International Conference 2018-October*, pp. 1277-1283.
9. Gorbunov, M. New principle schemes of freight cars bogies. M. Gorbunov, J. Gerlici, S. Kara, O. Nozhenko, G. Chernyak, K. Kravchenko, T. Lack. «*Manufacturing Technology*». Volume 18, Issue 2, 1 April 2018, P. 233-238.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАСПОЛОЖЕНИЯ ИХ В ПОЕЗДЕ

Фомин А. В., Прокопенко П. Н., Кара С. В., Фомин В. В.

В числе причин сходов колес вагонов с рельсов, связанных с неисправностями ходовой части вагонов, можно назвать следующие: излом боковых рам и надрессорных балок тележек, слом осей и колес, неисправности роликовых подшипников буксового узла, износ элементов фрикционных гасителей колебаний и узла опирания кузова на надрессорные балки, недопустимые отклонения размеров тележек. Также важной причиной является отрицательное уменьшение тары вагона более чем на 10% от установленной заводом изготовителем.

Ключевые слова: безопасность движения, грузовой вагон, неисправности, ходовые динамические испытания, динамика.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ БЕЗПЕКИ РУХУ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД РОЗТАШУВАННЯ ЇХ У ПОЇЗДІ

Фомін О. В., Прокопенко П. М., Кара С. В., Фомін В. В.

У числі причин сходів коліс вагонів з рейок, пов'язаних з несправностями ходової частини вагонів, можна назвати наступні: злам бічних рам і надресорних балок візків, злам осей і коліс, несправності роликових підшипників буксового вузла, знос елементів фрикційних гасителів коливань і вузла обпирання кузова на надресорні балки, неприпустимі відхилення розмірів візків. Також важливою причиною є негативне зменшення тари вагона більш ніж як на 10% від встановленої заводом виробником.

Ключові слова: безпека руху, вантажний вагон, несправності, ходові динамічні випробування, динаміка.

EXPERIMENTAL EVALUATION OF SAFETY INDICATORS OF FREIGHT OF WAGONS, DEPENDING ON THEIR LOCATION ON THE TRAIN

Fomin O. V., Prokopenko P. M., Kara S. V., Fomin V. V.

Reasons for the descent of the wheels of cars from the rails associated with malfunctions of the running gear of the wagon, we can name the following: fracture of the side frames and spring beams of the carts, fracture of axles and wheels, malfunction of roller bearings of the axle box, wear on over sprung beams, inadmissible deviations of the sizes of wagon. Another important reason is the negative reduction of the car's packaging by more than 10% of that set by the manufacturer.

Key words: traffic safety, freight wagon, malfunctions, running dynamic tests, dynamics.

РОЗДІЛ IV.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ФІЗИЦІ, ХІМІЇ, МАШИНОБУДУВАННІ ТА ЕКОЛОГІЇ

UDC 535.42

DOUBLE-PHASE-RAMP CONVERTER AS A TECHNIQUE FOR THE BEAM STRUCTURE FORMATION AND CONTROL

**Bekshaev A., Ferrando A., Kim J. T., Khoroshun G., Kuzmenko V.,
Popiolek-Masajada A., Sato S., Yezhov P.**

The nature and properties of a double-phase-ramp (DPR) converter can be understood in comparison with a well-known classical element for studying interferometric phenomena, which is the Fresnel bi-prism (FBP), and we start our consideration with analysis of the common features and difference between two optical elements. The FBP is formed by two straight triangular prisms with small refractive angles θ connected by the minor faces (Fig. 1a). The input light comes from the left, and all rays approach the input faces of the FBP at small angles. Therefore, all rays are deflected by the angles

$$\delta = \pm(n - 1)\theta \quad (1)$$

where n is the refractive index of an FBP material. The field behind the FBP is formed by two oblique waves, and the interference pattern is similar to that produced in the Young's experiment with two coherent light sources. The interference pattern appears as a set of bright and dark stripes; for example, the picture observed in the cross-section AB (Fig. 1a) after the laser beam passes through the FBP is shown in Fig. 1b.

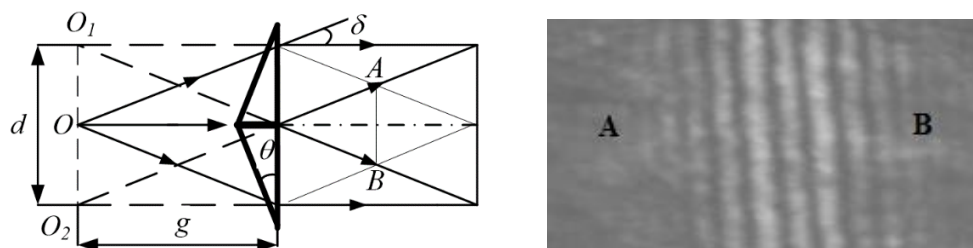


Fig. 1. a - Illustration of the interference pattern formation by the optical source in the point O and the FBP with small refractive angle θ . b - The interferogram obtained after transmitting a Gaussian beam through the FBP in the section AB

In general, the FBP transforms the incident beam wavefront performing slight inclinations of its upper and lower parts, preserving their smooth character. However, a

rapidly developing branch of modern singular optics operates with the singular wavefronts, which are important for numerous applications in various fields of science and technology.

A possible way for creation of the wavefront singularity also employs two straight triangular prisms which, in contrast to the FBP, are connected by their side faces (Fig. 2a). This structure, usually referred to as the DPR converter, consists of two optical wedges (ramps) which provide the opposite linear phase growths, $d\Phi/dx = \pm Kx$, in half-planes $y > 0$ and $y < 0$. After passing this element, the beam's wavefront obtains a sort of helicity with topological charge depending on the ramp gradient $K > 0$.

The DPR transmission function can be represented as $e^{i\Phi(x, y, 0)}$ where

$$\Phi(x, y, 0) = \begin{cases} 2\pi - K \cdot x, & y > 0 \\ \pi + K \cdot x, & y \leq 0. \end{cases} \quad (2)$$

At the coordinate origin, the phase difference $\Delta\Phi = \pi$ between the half-planes provides the destructive interference in the beam center. Behind the DPR of Fig. 2a, the phase grows upon the counterclockwise circulation (when seeing against the z -axis), and we can call the structure of Fig. 2a a “phase-raising” converter. The specific properties and the beam-generating possibilities of the DPR, as well as peculiarities of the diffraction of different laser beams and the corresponding diagnostic abilities of the DPR were intensively studied in the previous works [1–3].

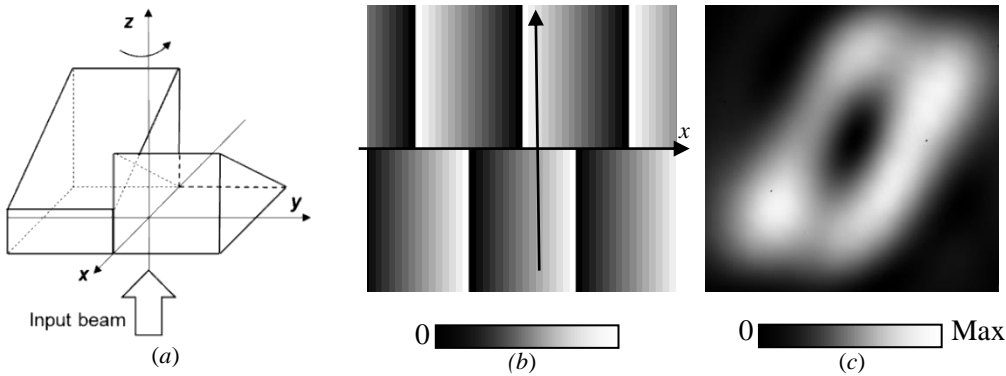


Fig. 2. (a) Illustration of the DPR converter: the two optical ramps with opposite linear phase gradients in half-planes $y > 0$ and $y < 0$; the curve arrow shows the counter-clockwise round-trip direction. (b) Transverse phase distribution for the DPR converter which is used in the SLM. (c) Experimental intensity pattern obtained after passing a Gaussian beam through the DPR converter

Manufacturing of the DPR with desirable parameters from the glass optical elements is the labor- and time-consuming task. A great alternative is provided by the modern approaches relying on the programmable spatial light modulators (SLMs) which allow realizing phase elements with practically arbitrary spatial structure. In the SLM, the DPR structure is encoded by the loaded phase distribution of formula (2)

shown as the greyscale image in Fig. 2*b*. Transmitting a Gaussian beam through the phase mask of Fig. 2*b* generates the axial phase singularity (Fig. 2*c*).

By using different input beams and different DPR parameters, a great number of different singular structures can be generated by the DPR converter (examples are shown in Fig. 3). Their features are applied for microparticles' guiding, precise interferometric measurements and optical data processing. Future development of the DPR converter is aimed to generation of new predictable diffraction patterns with promising properties.

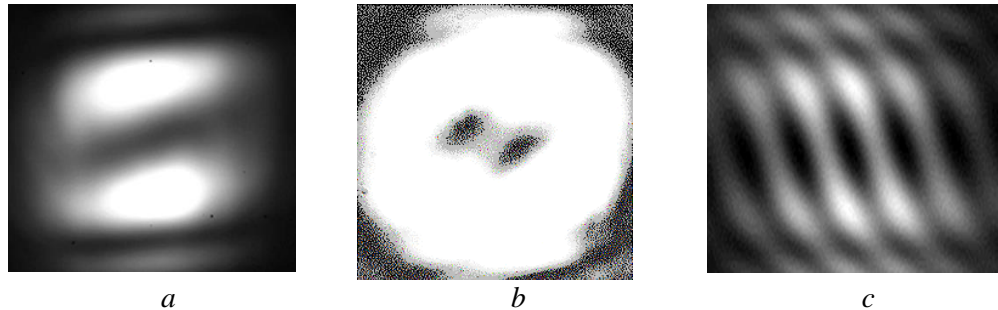


Fig. 3. Experimental intensity patterns of beams containing one (*a*), two (*b*) and five (*c*) phase singularities synthesized by the DPR converters with different parameters of the initial beam and of the phase gradient

References

1. Khoroshun A. N.; Chernykh A. V.; Tsimbaluk A. N.; Kirichenko J. A.; Yezhov P. V., J. T. Kim. Experimental realization of an axial optical vortex beam synthesis using a Gaussian beam and two ramps from a spatial light modulator, Proc. SPIE 9066, Eleventh International Conference on Correlation Optics, 90660P (December 17, 2013); doi:10.1117/12.2049059.
2. Ferrando A., Khoroshun G., Riazantsev A., Bekshaev A., Popiolek-Masajada A., Szatkowski M. Differential operator formalism for axial optical vortex beam and the double-phase-ramp converter // IEEE International Conference CAOL 522-525, 2019.
3. Khoroshun A., Ryzantsev A., Ryzantsev O., Sato S., Kozawa Y., Masajada J., Popiolek-Masajada A., Szatkowski M., Chernykh A. and Bekshaev A. Formation of an optical field with regular singular-skeleton structure by the double-phase-ramp converter // J. Opt. 22(2), 025603, 2020 <https://dx.doi.org/10.1088/2040-8986/ab61c9>.

DOUBLE-PHASE-RAMP CONVERTER AS A TECHNIQUE FOR THE BEAM STRUCTURE FORMATION AND CONTROL

**Bekshaev A., Ferrando A., Kim J. T., Khoroshun G., Kuzmenko V.,
Popiolek-Masajada A., Sato S., Yezhov P.**

The double-phase-ramp (DPR) converter and the Fresnel bi-prism (FBP) are compared. The result of the FBP action on the initial smooth wavefront is the formation of alternating dark and bright stripes in their classical shape. The DPR converter allows to generate and con-

trough phase singularities in the beam. In this case the structure of the field is richer, which finds a number of applications in various fields of science and technology. The realization of the DPR with different parameters is provided by the spatial light modulator. Different structures of the field generated by the DPR converter are presented. Prospects of the application and further development of the technique are discussed.

Keywords: Fresnel bi-prism, double-phase-ramp converter, phase singularity.

ПОДВІЙНИЙ ФАЗОВИЙ КЛИН ЯК ПРИСТРІЙ ФОРМУВАННЯ ТА КЕРУВАННЯ СТРУКТУРОЮ ПУЧКА

**Бекшаєв О., Феррандо А., Кім Дж. Т., Хорошун Г., Кузьменко О.,
Попіолек-Масаяда А., Сато С., Єжов П.**

Порівнюються перетворювачі поля у вигляді подвійного фазового клину (ПФК) та біпризми Френеля (БФ). Результатом дії БФ на початковий гладкий хвильовий фронт є утворення інтерферограми класичної форми у вигляді темних і яскравих смуг, що чергуються між собою. Перетворювач ПФК дозволяє генерувати та контролювати фазові особливості в пучку. У цьому випадку структура пучка багатіша, що знаходить ряд застосувань у різних галузях науки і техніки. Реалізація ПФК з різними параметрами забезпечується використанням просторового модулятора світла. Представлені різні структури поля, згенеровані перетворювачем ПФК. Обговорюються перспективи застосування та подальший розвиток методики.

Ключові слова: біпризма Френеля, подвійний фазовий клин, фазова сингулярність.

ДВОЙНОЙ ФАЗОВИЙ КЛИН КАК УСТРОЙСТВО ФОРМИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ СТРУКТУРОЙ ПУЧКА

**Бекшаев А., Феррандо А., Ким Дж. Т., Хорошун Г., Кузьменко А.,
Попиолек-Масаяда А., Сато С., Ежов П.**

Сравниваются преобразователи поля в виде двойного фазового клина (ДФК) и бипризмы Френеля (БФ). Результатом действия БФ на начальный гладкий волновой фронт является образование интерферограммы классической формы в виде темных и ярких полос, чередующихся между собой. Преобразователь ПФК позволяет генерировать и контролировать фазовые особенности в пучке. В этом случае структура пучка богаче, что находит ряд применений в различных областях науки и техники. Реализация ДФК с различными параметрами обеспечивается использованием пространственного модулятора света. Представлены различные структуры поля, сгенерированные преобразователем ДФК. Обсуждаются перспективы применения и дальнейшее развитие методики.

Ключевые слова: бипризма Френеля, двойной фазовый клин, фазовая сингулярность.

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ

Філімоненко К. В., Філімоненко Н. М.

Зниження технологічних втрат електроенергії в електричних мережах є однією з найважливіших експлуатаційних задач. Встановлене в теперішній час у електричних мережах основне обладнання, що працює в безперервному режимі та визначає надійність та економічність роботи, було виготовлено здебільшого у п'ятдесяті - сімдесяті роки минулого століття. За основними технічними характеристиками (вага, габарити, показники надійності, економічності тощо) це обладнання поступається сучасному обладнанню і потребує все більших обсягів поточних витрат на ремонти [1, 2].

Зокрема, 17,3% обладнання підстанцій і 56% ліній електропередач експлуатуються понад 40 років. Такий стан обладнання значно впливає на збільшення втрат електричної енергії в системі передачі та обмежує можливості запобігання технологічним порушенням – пошкодженням електротехнічного обладнання або порушенням його працездатності, що веде до порушення нормальної та надійної роботи електроустановок об'єктів електроенергетики та ОЕС України в цілому. Витрати електроенергії в основній мережі 220 – 750 кВ ОЕС України у 2017 р. дорівнюють 2,45% від надходження електроенергії в мережу без внутрішнього обігу, що значно перевищує аналогічні показники в системах передачі європейських країн [2, 3].

Метою дослідження є підвищення надійності системи електропостачання промислового району шляхом заміни застарілого обладнання та силової схеми підстанції.

Підстанція «УУУУУ-220кВ» була збудована і введена в експлуатацію в 70-х роках ХХ століття. Вона є вузловою підстанцією для Лисичанського промислового вузла. На потужних вузлових підстанціях, які обладнані автотрансформаторами та живлять на боці середньої напруги (СН) великі промислові райони, відключення частини споживачів в аварійному режимі викликає труднощі [4]. Тому на підстанції встановлено 2 автотрансформатори (АТ) типу АТДЦТН-250000/220/110 з повною номінальною потужністю $S_{ном} = 250000$ кВА.

Розподільчий пристрій середньої напруги 110 кВ виконано за схемою двох систем шин з обхідною [5]. Перша система шин розподілена на дві секції секційним оливним вимикачем (ОВ).

Низька напруга 10 кВ призначена для живлення трансформаторів «власних потреб» – по 10 кВ дві секції.

Задачею реконструкції є реконструкція розподільчого пристрою 110 кВ [5], а саме:

- секціонування резервної системи шин секційним вимикачем;

- встановлення обхідного вимикача, який може бути ввімкнений на другі секції обох систем шин;

- встановлення шиноз'єднувальних вимикачів замість розвилки вимикачів 110 кВ автотрансформаторів.

До задачі реконструкції входить також поетапна зміна масляних вимикачів 220/110/10 кВ на сучасні вимикачі.

Секціонування обох систем шин збільшує надійність схеми. У випадку відключення секції шин від захисту, або при КЗ на лінії та відмові вимикача втрачається тільки 25% приєднань. На умовно-секціонованій резервній системі шин в цьому випадку ми втрачали 50% приєднань.

Встановлення другого обхідного вимикача полегшує експлуатацію через те, що при проведенні поточних ремонтів вимикачів приєднань, які не можуть бути вимкнені, а також при проведенні капітальних ремонтів вимикачів по приєднанням, які зафіксовані за другими секціями обох систем шин немає потреби переводити їх на перші секції, як це було раніше.

Встановлення шиноз'єднувальних вимикачів теж полегшує експлуатацію. При виводі в ремонт секції, у разі пошкодження на ній, вимкнуться приєднання, що зафіксовані за цими секціями та вимикач АТ.

У випадку, коли роль шиноз'єднувального вимикача виконує розвилка вимикачів АТ, це призводить до відключення АТ з усіх боків.

Відбулася заміна основного високовольтного обладнання:

На боці напруги 220 кВ замість оливних вимикачів встановлено елегазові вимикачі типу ВГТ-220 П – 40/2500 У І. (вимикач газовий трифазний, 220 кВ, номінальний струм вимкнення 40 кА, $I_{ном} = 2500$ А, для помірного клімату, відкритої установки) [6].

На боці напруги 110 кВ замість оливних вимикачів встановлено елегазові вимикачі типу ВГТ-110 П – 40/2500 У І (вимикач газовий трифазний, 110 кВ, номінальний струм вимкнення 40 кА, $I_{ном} = 2500$ А, для помірного клімату, відкритої установки) [6].

Для напруги 10 кВ обираємо вакуумний вимикач серії ВР2 для встановлення в комірках розподільчого пристрою [7].

Проведення дослідження визначається необхідністю підвищення надійності електропостачання промислового району шляхом реконструкції обладнання: трансформаторів, комутаційної апаратури та засобів РЗА. Робота є ґрунтом для робочого проекту реконструкції підстанції та питань підвищення надійності її наступної експлуатації.

Література

1. Сегеда М. С. Оптимізація режимів підстанцій електричних мереж / М. С. Сегеда, З. М. Бахор, В. Г. Гапанович // Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України. – 2016. - Вип. 45. – С. 30-34. – [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/PIED_2016_45_7
2. Меженій С. Я. План розвитку розподільних електричних мереж на 2016–2025 роки / С. Я. Меженій // Электрические сети системы. – 2016. – №4–5, 2016. – С. 4-8.

3. СОУ НЕК 20.261:2018 Технічна політика ДПНЕК «Укренерго» у сфері розвитку та експлуатації магістральних та міждержавних електричних мереж. Київ: Державне підприємство «Національна енергетична компанія «Укренерго», – 2018. – 119 с.
4. СОУ-Н ЕЕ 40.1-00100227-101:2014: Норми технологічного проектування енергетичних систем і електричних мереж 35 кВ і вище. Київ: Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. [Електронний ресурс] / Видання офіційне – 2014. – Режим доступу: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj3tNOA3ebvAhWrk4sKHcCdBiwQFjABegQIAxAD&url=http%3A%2F%2Fonline.budstandart.com%2Fua%2Fcatalog%2Fdoc-page%3Fid_doc%3D72190&usg=AOvVaw3ra0kING82sHjXQVNLIJ11
5. СОУ-Н ЕЕ 20.178:2008 Схеми принципів електричних розподільчих установок напругою від 6 кВ до 750 кВ електричних підстанцій. – Київ: Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. – 2014. – 591 с.
6. Элегазовые выключатели ВГТ, ВГБ, ВГТ, ВГП, ВГК, ВБ [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.razrad.ru/cat/vg/>
7. Вакуумні вимикачі серії ВР. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.rzva.ua/ua/produkcija/komutaciini-aparati_1472639412/vakuumni-vimikachi-10-kv_1472639305/vr2_1472639240.htm

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ

Філімоненко К. В., Філімоненко Н. М.

Зниження технологічних втрат електроенергії в електричних мережах є однією з важливих експлуатаційних задач розвитку електроенергетики України. Одним з напрямків такої роботи є реконструкція існуючих підстанцій з заміною обладнання, встановленого у сіддесяті роки минулого століття на сучасне у відповідності до нормативних документів. Проведено реконструкцію підстанції 220/110/10 кВ із реконструкцією розподільчого пристрою 110 кВ та заміною оливних вимикачів 220 та 110 кВ на елегазові, а вимикачів 10 кВ на вакуумні.

Ключові слова: технологічні витрати електроенергії, розподільчий пристрій, вимикач.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА

Филимоненко К. В., Филимоненко Н. Н.

Снижение технологических потерь электроэнергии в электрических сетях является одним из важных эксплуатационных задач развития электроэнергетики Украины. Одним из направлений такой работы является реконструкция существующих подстанций с заменой оборудования, установленного в семидесятые годы прошлого века, на современное, которое выбирается в соответствии с нормативными документами. Проведена реконструкция подстанции 220/110/10 кВ с реконструкцией распределительного устройства 110 кВ и заменой масляных выключателей 220 и 110 кВ на элегазовые, а выключателей 10 кВ – на вакуумные.

Ключевые слова: технологические расходы электроэнергии, распределительное устройство, выключатель.

INCREASING OF RELIABILITY OF THE POWER SUPPLY SYSTEM FOR THE INDUSTRIAL DISTRICT

Filimonenko K. V., Filimonenko N. M.

Reduction of technological losses of electricity in Electric Networks is pretty important current task of development of Electric Power in Ukraine. One of the directions of such work is the reconstruction of the existing substations with the replacement of the equipment installed in the seventies of the last century with the modern one in accordance with the normative documents. Reconstruction of 220/110/10 kV substation with reconstruction of 110 kV switchgear and replacement of 220 and 110 kV oil circuit breakers with SF6 and 10 kV circuit breakers with vacuum circuit breakers was replaced out.

Keywords: technological outlays of the electric power, the distributing device, the switch.

СТОХАСТИЧНІ МОДЕЛІ ВИХІДНИХ СИГНАЛІВ В ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМАХ

Стрількова Т. О., Калмиков О. С., Бендебєря Г. М.,
Пятайкіна М. І., Поліщук О. В.

Оптоелектроніка вбирає в себе досягнення великої кількості галузей науки і техніки: напівпровідникової та квантової електроніки, лінійної та нелінійної оптики, волоконної оптики, фізики фотоелектронних приладів, ІЧ техніки та світлотехніки. Фізичну основу оптоелектроніки складають процеси перетворення електричних сигналів в оптичні і у зворотному напрямку, процеси поширення випромінювання в середовищах, а також процеси взаємодії випромінювання оптичного діапазону з речовиною [1].

Створення ефективних напівпровідникових фотодіодів, фототранзисторів, оптронів, багатоелементних фотоприймачів дозволило отримувати високоточну інформацію про об'єкти, що спостерігаються. Зростаюча технологічність та чутливість фотоприймальних приймачів дає можливість аналізувати сигнали, які характеризуються все більш слабким рівнем енергій.

Робота спрямована на розвиток теорії та практики побудови оптико-електронних систем у частині формування вихідних сигналів з урахуванням процесів взаємодії оптичного випромінювання з елементами системи.

Метою роботи є оцінка статистичних характеристик вихідних сигналів в оптико-електронних системах. Проведено порівняльний аналіз існуючих статистичних моделей вихідних сигналів в оптико-електронних системах при реєстрації випромінювання з урахуванням процесів дефектоутворення в напівпровідниках.

Сигнали, які реєструються оптико-електронними системам характеризуються випадковістю, яка обумовлена фізичною природою сигналів, явищами переносу збуджених зарядів, наприклад, в напівпровідникових детекторах випромінювання та оптичними властивостями напівпровідників.

При аналізі сигналів в оптико-електронних системах врахування флуктуацій являє собою базові складові теорії фільтрації. Систематизація теоретичних методів опису вхідних та вихідних сигналів, узагальнення статистичних методів опису сигналів на основі негаусової статистики нададуть можливість врахувати фізичні особливості багатьох процесів: взаємодії оптичного випромінювання з неоднорідним середовищем розповсюдження та оптичними елементами системи; процеси дифузії та самодифузії домішок, процеси дефектоутворення в напівпровідниках.

Невпорядковані матеріали, на мікроскопічному рівні, принципово неоднорідні і різняться структурою в різних макроскопічно однорідних ділянках. Усі процеси трансформації енергії фотонів мають імовірнісний характер. Урахуван-

ня мікропараметрів, таких, як квантові властивості випромінювання, тобто процеси, що відбуваються після поглинання кванта світла, угруповань та антиугруповань фотонів, флуктуацій і фотон-фононої взаємодії, дозволяє інтерпретувати отримані результати більш адекватно.

Статистику вихідного випромінювання емпірично можна описати несиметричними законами розподілу, які мають «важкі» хвости, тобто є ймовірність великої, але рідкісної події, якою не можна нехтувати, що істотно впливає на опис отриманих результатів [2-3].

На рис. 1 та 2 наведені зразки зображень процесів дефектоутворення в напівпровідниках та програмне забезпечення (рис. 3), яке розроблене для обробки цих зображень. В результаті обробки зображень процесів дефектоутворення в напівпровідниках обчислюються статистичні характеристики зображень.

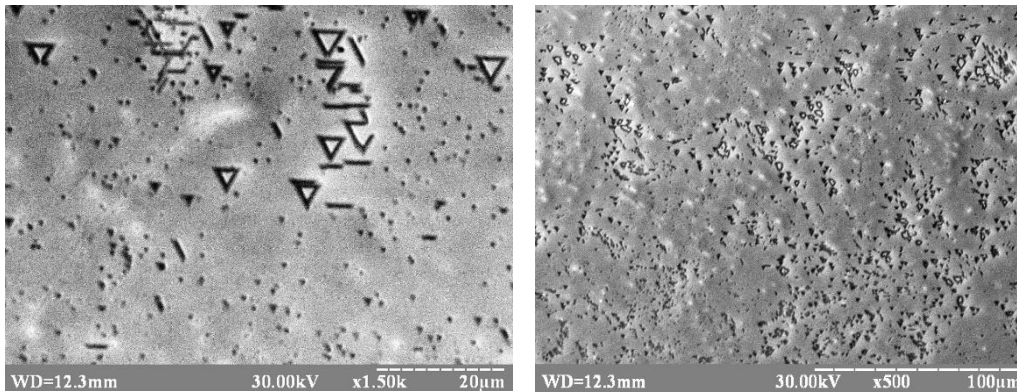


Рис. 1. Дефекти структури (точкові, гвинтові та лінійні дислокації) у пластині кремнію KEF (111). Час травлення – 60 секунд

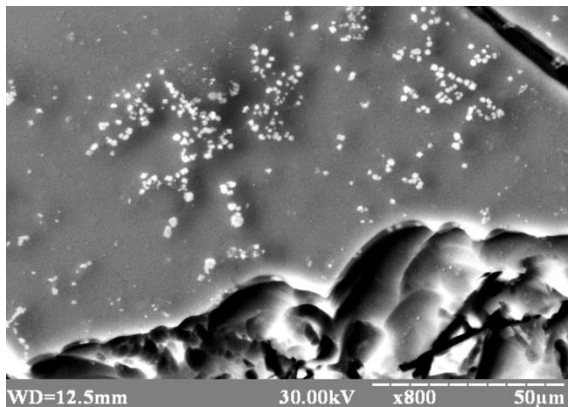


Рис. 2. Дендрити (кристали солей металів) в пластині кремнію KEF (111). Час травлення – 100 секунд

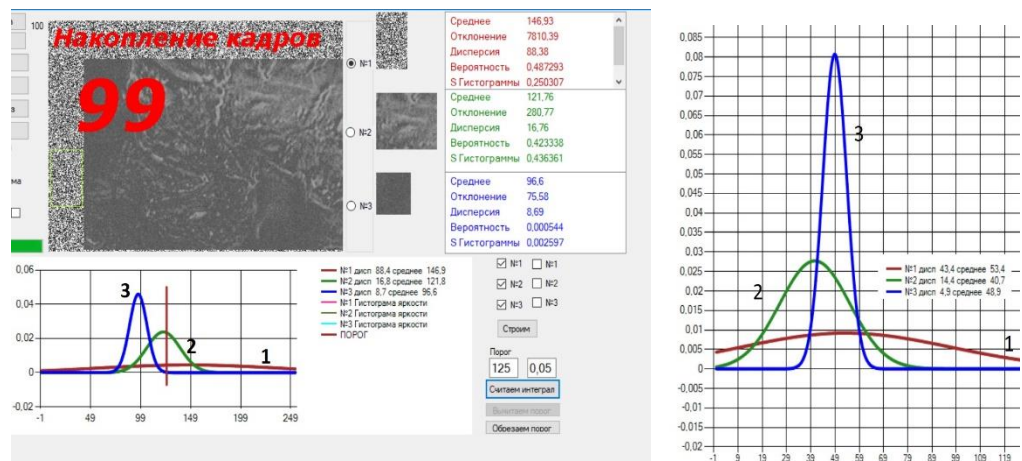


Рис. 3. Програмне забезпечення для обчислення статистичних характеристик отриманих зображень

Отримані результати роботи являють основу реалізації нових алгоритмів приймання та оброблення сигналів в оптико-електронних системах та дозволяють уникати помилок при розрахунках показників якості систем. На теперішній час елементи оптико-електронних систем розглядаються як лінійні, та такі, які не впливають на статистику вихідних сигналів. Застосування ідей теорії аномальних дифузійних процесів дасть змогу розглядати оптико-електронні тракти системи, як неоднорідне середовище, при розповсюдженні через які відбувається зміна виду (асимптотичної поведінки хвостів, швидкості сходження до граничного закону, зони тяжіння, зростання дисперсії) законів розподілу вихідних сигналів. Врахування процесу формування відгуків фотоприймачів при формуванні вихідних сигналів оптико-електронних систем, які виходять за межі загально-вживаних ймовірнісних моделей, дозволить покращити характеристики виявлення, розпізнавання та супроводження корисних об'єктів.

Література

1. Стрелков А. И., Москвитин С. В., Лытуга А. П., Стрелкова Т.А. *Оптическая локация. Теоретические основы приема и обработки оптических сигналов*. Харьков, Украина: Апостроф, 2010.
2. Strelkova T., Lytyuga A., Kalmykov A., Khoroshun G., Riazantsev A. and Ryazantsev O. Influence of a signal description model on the calculations of the efficiency indicators of optoelectronic systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. – 4/5 (106). – pp. 41-50.
3. Strelkova T., Lytyuga A., and Kalmykov A S. Statistical Characteristics of Optical Signals and Images in Machine Vision Systems, in *Examining Optoelectronics in Machine Vision and Applications in Industry 4.0.*, 2021, Pages: 134-162.

СТОХАСТИЧНІ МОДЕЛІ ВИХІДНИХ СИГНАЛІВ В ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМАХ

Стрілкова Т.О., Калмиков О.С., Бендебєря Г.М., Пятайкіна М.І., Поліщук О.В.

Науково-дослідна робота спрямована на розвиток теорії та практики побудови оптико-електронних систем у частині формування вихідних сигналів з урахуванням процесів взаємодії оптичного випромінювання з елементами системи.

Проведена оцінка статистичних характеристик вихідних сигналів в оптико-електронних системах. Проаналізовано існуючі статистичні моделі вихідних сигналів в оптико-електронних системах при реєстрації випромінювання з урахуванням процесів дефектоутворення в напівпровідниках.

Ключові слова: оптико-електронна система, напівпровідники, статистичні моделі, дефектоутворення.

СТОХАСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВЫХОДНЫХ СИГНАЛОВ В ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМАХ

Стрелкова Т.А., Калмыков А.С., Бендебєря Г.Н., Пятайкина М.И., Полищук А.В.

Научно-исследовательская работа направлена на развитие теории и практики построения оптико-электронных систем в части формирования выходных сигналов с учетом процессов взаимодействия оптического излучения с элементами системы.

Проведена оценка статистических характеристик выходных сигналов в оптико-электронных системах. Проанализированы существующие статистические модели сигналов в оптико-электронных системах при регистрации излучения с учетом процессов дефектообразования в полупроводниках.

Ключевые слова: оптико-электронная система, полупроводник, статистические модели, дефектообразование.

STOCHASTIC MODELS OF OUTPUT SIGNALS IN OPTICAL-ELECTRONIC SYSTEMS

Strilkova T.O., Kalmykov O.S., Bendeberya H.N., Piataikina M.I., Polishchuk O.V.

Research work is aimed at developing the theory and practice of optoelectronic systems constructing in terms of the output signals formation, taking into account the processes of interaction of optical radiation with the elements of the system.

The estimation of the statistical characteristics of the output signals in optoelectronic systems is carried out. The existing statistical models of signals in optoelectronic systems when registering radiation, taking into account the processes of defect formation in semiconductors are analyzed.

Key words: optoelectronic system, semiconductor, statistical models, defect formation.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ВОДОСТІЙКОСТІ ГІПСУ

Фощ А. В., Керш В. Я.

Необхідність розроблення і реалізації ефективного виробництва задовольняє сучасні вимоги ресурсо- та енергозбереження в будівництві та енергетичної ефективності будівельного виробництва. Одним з таких матеріалів, які відповідають вимогам економії ресурсів і енергії під час їх виробництва, теплозахисту і екологічної безпеки, є гіпсові в'язучі та вироби на його основі.

Гіпс є дешевою в'язучою речовиною, тому його застосовують для виготовлення різноманітних будівельних виробів: суцільних та порожнистих плит, пазогребневих та теплоізоляційних плит, панелей для перегородок та перекриттів, каменів для стін, блоків архітектурних деталей, а також для монолітного зведення малоповерхових будівель [1], значно менше гіпсові матеріали застосовуються в шпаклівка, клеях, штукатурних розчинах.

Вироби, що випускаються на основі гіпсових в'язучих відрізняються від інших стінових матеріалів невеликою масою, досить високою міцністю, зниженими тепло- і звукопровідністю, високою вогнестійкістю та екологічністю.

Однак застосування гіпсових матеріалів і виробів в будівництві не відповідає їх потенційним можливостям. Це обумовлено недоліками гіпсових виробів: значні деформації під навантаженням (повзучість) і гігроскопічність, яка разом з низькою водостійкістю призводить до втрати міцності гіпсових виробів у вологих умовах. Тому актуальними є дослідження, спрямовані на підвищення водостійкості гіпсового каменю.

Дослідження, проведені протягом останніх десятиліть, дозволили виявити найбільш ефективні шляхи підвищення водостійкості матеріалів на основі гіпсового в'язучого [2-5]: 1) створення сумішей зі зниженою розчинністю на основі гіпсу та цементу з обов'язковою добавкою компонентів з пуцоланічною активністю (золи і шлаки, трепел, опока) для запобігання утворенню еtringіту; 2) застосування гідрофобізаторів.

В якості речовин, що забезпечують захист гіпсового каменю від дії води, використовують різні емульсії, в складі яких присутні: полівініловий спирт, стеаринова кислота, парафін, алкілфенол, крохмаль, аміноальдегідні смоли, алкілоксисилани та ін. [6,7].

У зв'язку з цим, для проведення досліджень з визначення порівняльної ефективності гідрофобізуючих добавок нами були вивчені чотири гідрофобізатора різної хімічної природи, які були представлені двома фірмами: «Хімічна торгова мережа» та «Результат».

Вплив гідрофобізуючих добавок на водостійкість гіпсу визначали по крайовому куту змочування поверхні матеріалу за допомогою програми AmCap, та

визначенням коефіцієнта розм'якшення гіпсобетону. Дослідження проводилися на в'язучому марки Г-5-Б-II виробництва ВАТ «Івано-Франківськцемент».

В табл. 1 представлені результати дослідження.

Т а б л и ц я 1

Вплив гідрофобізуючих добавок на водостійкість гіпсу

Найменування добавки	Wlagi.net-Vv			Wlagi.net-A		
	Концентрація добавки, %	0,5	1	1,5	0,5	1
Кут змочування, град	26	31	56	73	64	65
t погл., сек	1	1	1	не погл.	не погл.	не погл.
Водопоглинання Wм, %	27,53	28,25	28,58	26,21	24,21	22,55
Границя міцності на розтяг при згині у водонасиченому стані fc,tf, МПа	2,6	2,4	2,5	2,4	2,9	2,3
Границя міцності на стиск у водонасиченому стані, fc,cube, Мпа	5,8	5,1	4,7	5,8	5,9	5,4
Kp	0,58	0,51	0,47	0,58	0,59	0,54
Найменування добавки	ХТС-8			ХТС-II		
Концентрація добавки, %	0,5	1	1,5	0,5	1	1,5
Кут змочування, град	115	110	60	24	40	27
t погл., сек	не погл.	не погл.	9	7,5	3,5	1,5
Водопоглинання Wм,%	25,26	20,39	15,27	27,65	27,1	26,92
Границя міцності на розтяг при згині у водонасиченому стані fc,tf, МПа	2,7	2,3	2,1	2,5	2,3	2,2
Границя міцності на стиск у водонасиченому стані, fc,cube, Мпа	6,3	5,4	4,9	5,1	5,0	4,7
Kp	0,63	0,54	0,49	0,51	0,5	0,47

Крайовий кут змочування θ або $\cos \theta$ визначається як кут між дотичною, проведеної до поверхні змочуючої рідини, і змочуваною поверхнею твердого тіла, при цьому θ завжди відраховується від дотичної в бік рідкої фази. Дотичну проводять через точку дотику трьох фаз: твердої фази (мембрани), рідини (дистильована вода) і газу (повітря).

В якості критеріїв вибору найбільш ефективної гідрофобізуючої добавки можуть бути прийняті такі показники: крайовий кут змочування, водопоглинання, час поглинання гідрофобізованим матеріалом рідини та коефіцієнт розм'якшення K_p .

Порівнюючи вибрані добавки за цими критеріями можна зробити висновки, що найбільш ефективним з розглянутих гідрофобізаторів є добавка ХТС-8. Кут між краплею води та поверхнею гідрофобізованого добавкою ХТС-8 гіпсу - максимальний і складає при об'ємній гідрофобізації 115° , що свідчить про незмочу-

вання поверхні. Інші добавки мають менший кут, отже вони менш ефективні. Водопоглинання матеріалу при об'ємній концентрації добавки ХТС-8 0,5% складає 25,26% - менше з розглянутих добавок з даною концентрацією. Границя міцності на стиск у водонасиченому стані максимальна серед досліджуваного та складає $f_{c,cube}=0,63$ МПа, а отже і коефіцієнт розм'якшення найвищий.

Введення до складу гіпсу Г-5 гідрофобізуючої добавки ХТС-8 з концентрацією 0,5% дозволяє підвищити коефіцієнт розм'якшення з 0,4 (контрольний склад) до 0,63.

Результати досліджень дозволили вибрати найбільш ефективну гідрофобізуючу добавку, визначити оптимальну її концентрацію та спосіб застосування і будуть використані в подальших дослідженнях.

Література

1. Коровяков В.Ф. Гипсовые вяжущие и их применение в строительстве // Химия современных строительных материалов. – Вып. №4, 2003. – С. 18-25.
2. Кондращенко О.В. Гіпсові будівельні матеріали підвищеної міцності і водостійкості (фізико-хімічні та енергетичні основи): Автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.23.05 / О.В. Кондращенко.- Харків: УкрДАЗТ, 2005. – 40 с.
3. Ферронская А.В. Повышение качества гипсобетона путем применения химических добавок / А.В. Ферронская, В.Ф. Коровяков, И.П. Калеев / Аннотированный перечень научно-технических разработок вузов г. Москвы, предлагаемых для внедрения в практику строительства. – М., 1988.
4. Коровяков В.Ф. Перспективы применения водостойких гипсовых вяжущих в современном строительстве // Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий: матер. Всерос. семинара. – М.: 2002. – С. 51—56.
5. Sanytsky M., Pozniak O., Soltysik R. Peculiarities of modified calcium sulphate binders hydration / 1 Weimarer Gipstagung, 30–31 märz 2011.: Tagungsbericht. – Bauhaus – Universität Weimar, Bundesrepublik, 2011. – P. 135–142.
6. Фощ А.В. Оцінка якості гідрофобізуючих добавок та їх вплив на водостійкість гіпсу / А.В. Фощ, В.Я. Керш, А.В. Колесніков // Зб. праць УкрДУЗТ, Харків -2015р - вип. №157- С.49-53.
7. The influences of gypsum water-proofing additive on gypsum crystal growth / J. Li, G.Li, Y. Yu // Materials Letters. – 2007. – № 61. – P. 872-876.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ВОДОСТІЙКОСТІ ГІПСУ

Фощ А. В., Керш В. Я.

Проаналізовано літературні джерела щодо методів підвищення водостійкості гіпсових в'язучих. Приведені результати досліджень по підвищенню водостійкості гіпсу за допомогою використання вітчизняних та зарубіжних гідрофобізуючих добавок. Досліджено вплив гідрофобізуючих добавок на фізико-механічні властивості гіпсу та виміряно значення крайового кута змочування за допомогою програми AmCap. Проведений експеримент дозволив вибрати найбільш ефективну гідрофобізуючу добавку серед обраних, визначити оптимальну її концентрацію та спосіб застосування.

Ключові слова: гіпс, водостійкість, гідрофобізатор, краєвий кут змочування.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ВОДОСТОЙКОСТИ ГИПСА

Фощ А. В., Керш В. Я.

Проанализированы литературные источники о методах повышения водостойкости гипсовых вяжущих. Приведены результаты исследований по повышению водостойкости гипса с помощью использования отечественных и зарубежных гидрофобизирующих добавок. Исследовано влияние гидрофобизирующих добавок на физико-механические свойства гипса и измерено значение краевого угла смачивания с помощью программы AmCap. Проведенный эксперимент позволил выбрать наиболее эффективную гидрофобизирующую добавку среди выбранных, определить оптимальную ее концентрацию и способ применения.

Ключевые слова: гипс, водостойкость, гидрофобизатор, краевой угол смачивания.

WAYS TO INCREASE THE WATER RESISTANCE OF GYPSUM

Foshch A. V., Kersh V. Y.

Literary sources on methods of increasing the water resistance of gypsum binders are analyzed. The results of studies on increasing the water resistance of gypsum using domestic and foreign hydrophobizing additives are presented. The effect of hydrophobizing additives on the physical and mechanical properties of gypsum was investigated and the value of the contact angle was measured using the AmCap program. The experiment made it possible to choose the most effective hydrophobizing additive among the selected ones, to determine its optimal concentration and method of application.

Keywords: gypsum, water resistance, water repellent, the contact angle.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АЕРОБНОЇ ТА АНАЕРОБНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ ПРОМИСЛОВИХ СТІЧНИХ ВОД, ЩО МІСТЯТЬ ОРГАНІКУ

Блінова Н. К., Мохонько В. І.

До теперішнього часу для очистки побутових та промислових стічних вод, які вміщують високі концентрації органічних речовин перспективним залишається метод біологічного очищення [1]. Зазвичай технології біологічного очищення вод реалізуються послідовно у спорудах з різним кисневим режимом (анаеробним, аноксидним, аеробним). В якості головного діючого агенту, використовують флокульовані, гранульовані біоценози активних мулів та біоплівки. Мікробна біомаса може знаходитися у завислому седиментованому стані або іммобілізованому на завантажувальних матеріалах-носіях (біоплівки).

Поєднання класичних і сучасних технологічних прийомів дозволяють досягнути високої ефективності та надійності процесу очищення.

Метою даної роботи є визначення технологічних особливостей біологічного очищення промислових стічних вод, що містять органічні забруднюючі речовини в аеробних та анаеробних умовах.

Нами проведено серію лабораторних дослідів з вивчення процесу біологічної очистки стічних вод підприємств хімічної промисловості, що містять органічні речовини. Для дослідження в динамічних аеробних умовах використовували реальні промислові стічні води та флокульований активний мул ПрАТ «Сєверодонецьке об'єднання Азот». Вихідна величина показника ХСК_{біохр} (хімічне споживання кисню) промислових стоків складала 1225 мг О₂/дм³. Досліди проводили на експериментальній установці, що моделює двох стадійний аеробний процес очищення: аеротенк 1 - відстійник 1; аеротенк 2 - відстійник 2 (рис. 1) при температурі 21-25°C. В якості аеротенків використовували циліндричні ємності об'ємом 4 і 2 літри відповідно. Для оцінки ефективності очищення проводили визначення величини показників ХСК_{біохр}, рН, амонійного азоту, азоту нітритів, азоту нітратів, фосфору за уніфікованими методиками [2].

Анаеробний процес біологічного очищення проаналізований для анаеробного ІС – реактора ПрАТ «Рубіжанський картонно-тарний комбінат» з гранульованим активним мулом в умовах мезофільного зброджування (t - 35-40°C). Стічні води целюлозо-паперової та лісохімічної промисловості характеризуються як такі, що мають високий показник забруднень за ХСК (2500-3000 мг О₂/дм³), важко очищуються, мають інтенсивний неприємний колір та запах. Для мікроскопіювання мулу використовували бінокулярний мікроскоп МБІ-3. Концентрацію мулу та зольність визначали за стандартними методиками.

Вибір методу очищення визначається перш за все якісним і кількісним складом стічних вод. Стічні води ПрАТ «Сєверодонецьке об'єднання Азот» яв-

ляють собою складну багатокомпонентну суміш, до складу якої входять рідкі відходи виробництв органічного синтезу та комплексу виробництв азотних добрив.

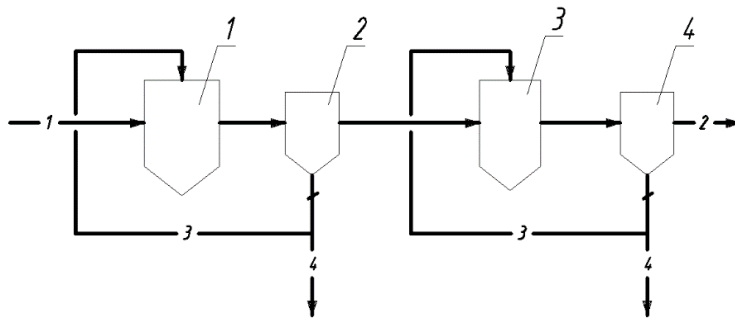


Рис. 1. Схема експериментальної установки:

- 1- аеротенк 1, 2 – відстійник 1, 3 – аеротенк 2, 4 – відстійник 2;
- 1- - стічні води, -2- - очищені стічні води, -3- - зворотній активний мул,
- 4- - надлишковий активний мул

Сумарний потік промислових стічних вод, які пройшли попереднє фізико-хімічне очищення, містить такі речовини, як метанол, ацетилен, оцтова кислота, формальдегід, адипінат натрію, сечовина, неорганічні форми азоту. Переважаючими забруднювачами у потоці є органічні речовини. Органічні компоненти промислових стічних вод характеризуються різним ступенем біологічного окиснення, яка виражається показником БСКповн (біологічне споживання кисню). Співвідношення показників БСКповн / ХСКбіхр суміші промислових стічних вод складало 74%, що говорить про досить високий ступень біологічної деструкції. Тому, визначальним процесом очищення даних стічних вод може бути обраний метод біохімічного окиснення [3].

Для стічних вод підприємств хімічної промисловості, що містять високі концентрації органічних забруднень, традиційно використовується двоступеневе очищення. Технологія очищення відпрацьовувалась на стендових установках аеротенків-змішувачів. Процес біологічного окиснення органічних речовин (або гетеротрофної аеробної конверсії органічних речовин [1]) в аеротенках здійснюється мікроорганізмами-сапрофітами в аеробних умовах з використанням розчиненого кисню. В ході експериментів по двостадійному біологічному очищенню промислових стічних вод нами визначені оптимальні технологічні параметри аеробного біохімічного окиснення. Для дослідів використовували змішаний флокульований біоценоз активного мулу, адаптований до даних промислових стоків [3].

Ефективне окиснення основної частини органічних речовин, що містяться в стічних водах, відбулося на першій стадії протягом 14 годин, але повна її тривалість складала 21 годину. Ефект очищення в таких умовах за ХСК був максимальний і складав 93%. Визначені основні технологічні параметри цієї стадії: навантаження на активний мул складало $432 \text{ г/м}^3 \cdot \text{добу}$, муловий індекс – 180 мл/г

при концентрації мулу 4 г/дм³, зольність мулу – 30%, рекомендована концентрація розчиненого кисню – не менш ніж 3 мг/дм³ [3]. Показники якості стоків до очищення та після очищення за БСК_{повн} та ХСК наведені в таблиці.

Т а б л и ц я

Ефективність вилучення органічної речовини за показниками БСК та ХСК на 1 стадії біологічної очистки

Найменування показників	Одиниці вимірювання	До очищення	Після очищення	Ефективність очищення, %
ХСК _{біхр}	мгО ₂ /дм ³	1225	82	93
БСК _{повн}	мгО ₂ /дм ³	907	18	98

Прикладом сучасних типів анаеробних реакторів, використовуючих гранульовану біомасу є так звані UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) – реактори з висхідним потоком стічної води через шар анаеробного мулу, розроблених на їх основі EGSB (Expanded Granular Sludge Bed) – реактори з розширеним шаром мулу та IC (Internal Circulation) – реактори із внутрішньою рециркуляцією. В цих реакторах формуються анаеробні гранули мулу із високою біологічною активністю. Здатність мулу утворювати гранули в анаеробних реакторах - унікальний феномен самоорганізації метаногенного мікробного співтовариства. Насамперед, гранули складаються з бактерій метаногенів роду Methanosaetae, які утворюють клубкоподібні структури. В ході анаеробного процесу очищення відбувається мікробіологічна гетеротрофна конверсія органічної речовини в біогаз з високим вмістом метану та діоксиду вуглецю.

Застосування так званих гранульованих активних мулів є одним з перспективних напрямків розвитку технологій біологічного очищення стічних вод. Гранульовані мули - це біоценози мікроорганізмів, що спеціалізуються на окисненні, мінералізації забруднюючих речовин, які містяться в стічних водах. Їх відмінність від флокульованих мулів обумовлена такими особливостями як: основна структурна одиниця гранульованого мулу – щільні гранули, з високою швидкістю осадження. Це дозволяє створювати в біореакторах очищення стічних вод концентрації мулу в десятки разів більше ніж в реакторах з флокульованим мулом.

Візуально гранульований активний мул характеризувався чітко сформованими щільними округлими гранулами діаметром від 0,8 до 4 мм, які мали чорний або сірувато-чорний колір (рис. 2). Вважається, що чорний колір обумовлений адгезією сульфідів заліза, який може приймати участь в ініціюванні процесу газоутворення [4]. При мікроскопіюванні нами відмічено, що гранули мають чіткий контур по периферії і більш щільну консистенцію. Всередині гранули ми спостерігали губчасту структуру з невеликими порами, по яких, ймовірно, транспортується субстрат до колоній мікроорганізмів та виділяється біогаз. Концентрація гранульованої біомаси за сухою вагою складала 72 г/дм³, що перевищує більше ніж в десять разів концентрацію, яку можливо створити при використанні

ні флокульованого мулу. Так, при гетеротрофній конверсії органічних речовин зі стічних вод з показником ХСК 1200 мг/дм³ аеробним флокульованим мулом його концентрація складала 4-5 г/дм³ [3]. Зольність досліджуваного гранульованого мулу дорівнювала 16,7%. Ефективність вилучення органічної речовини анаеробного ІС – реактора складає 80 – 85%. Тому, після анаеробної очистки стічні води картонно-тарного комбінату направляються на аеробну доочистку.



Рис. 2. Гранульований активний мул: ліворуч гранула активного мулу при мікроскопіюванні (збільшення 10×4); праворуч – загальний вигляд гранульованого мулу

Завдяки своїй сталості, структурованості анаеробний мул володіє гарними вологовіддавальними властивостями та дає малий приріст біомаси. Це суттєво спрощує його подальшу обробку та зневоднення. Високоякісний активний мул анаеробних реакторів успішно реалізується в якості інокулянту для запуску нових установок на аналогічних стоках, в тому числі, за кордон. Мікроорганізми метанового біоценозу можуть тривалий час обходитися без харчування, а при його відновлюванні активізуватися.

Таким чином, для біологічного очищення промислових стічних вод з високим вмістом органічних речовин можуть достатньо ефективно бути використані технології як аеробного так і анаеробного окиснення, а також технології із застосуванням комплексного анаеробно-аеробного методу очистки. Умови протікання технологічного процесу визначаються експериментально у кожному конкретному випадку.

Література

1. Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы. / Хенце М. и др. - Пер. с англ. Т.П. Мосоловой, под ред. С.В. Калюжного. – М.: Мир, 2006. – 480 с.
2. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. – М. : Химия, 1984. - 448с.
3. Блінова Н.К., Мохонько В.І. Особливості біологічної очистки стічних вод виробництв органічного синтезу // Екологічні науки. – 2021. - № 7(34). – С.129-133.
4. Ручай Н.С., Маркевич Р.М. Экологическая биотехнология. - Минск: БГТУ, 2006.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АЕРОБНОЇ ТА АНАЕРОБНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ ОРГАНОВМІЩУЮЧИХ ПРОМИСЛОВИХ СТІЧНИХ ВОД

Блінова Н. К., Мохонько В. І.

Розглянуті аеробний та анаеробний методи біологічної очистки промислових стічних вод, що містять високі концентрації органічних забруднюючих речовин. Аеробний метод біологічного очищення досліджений експериментально на установці в динамічних умовах в аеротенках-змішувачах з флокульованим мулом на прикладі підприємств хімічної промисловості. Процес анаеробної біологічної очистки стічних вод целюлозно-паперової промисловості проаналізований для анаеробного ІС – реактора із використанням гранульованого активного мулу. Показано, що для біологічного очищення промислових стічних вод з високим вмістом органічних речовин можуть бути успішно використані технології як аеробного так і анаеробного окиснення, а також технології із застосуванням комплексного анаеробно-аеробного методу очистки. Умови протікання технологічного процесу визначаються експериментально у кожному конкретному випадку.

Ключові слова: біологічна очистка, активний мул, аеробні умови, анаеробні умови, органічні речовини.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АЭРОБНОЙ И АНАЭРОБНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ОРГАНИКОСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

Блинова Н. К., Мохонько В. И.

Рассмотрены аэробный и анаэробный методы биологической очистки промышленных сточных вод, содержащих высокие концентрации органических загрязняющих веществ. Аэробный метод биологической очистки исследован экспериментально на установке в динамических условиях в аэротенках-смесителях с флокулированным илом на примере предприятий химической промышленности. Процесс анаэробной биологической очистки сточных вод целлюлозно-бумажной промышленности проанализирован для анаэробного ІС – реактора с использованием гранулированного ила. Показано, что для биологической очистки промышленных сточных вод с высоким содержанием органических веществ могут быть успешно использованы технологии как аэробного, так и анаэробного окисления, а также технологии с использованием комплексного анаэробно-аэробного метода очистки. Условия протекания технологического процесса определяются экспериментально для каждого конкретного случая.

Ключевые слова: биологическая очистка, активный ил, аэробные условия, анаэробные условия, органические вещества.

TECHNOLOGICAL FEATURES OF AEROBIC AND ANAEROBIC BIOLOGICAL TREATMENT OF ORGAN-CONTAINING WASTEWATER

Blinova N. K., Mokhonko V.I.

Aerobic and anaerobic methods of biological treatment of industrial wastewater containing high concentrations of organic pollutants are considered. The aerobic method of biological treatment has been studied experimentally in a setup under dynamic conditions in aeration tanks-mixers with flocculated sludge using the example of chemical industry enterprises. The anaerobic biological wastewater treatment process of the pulp and paper industry is analyzed

for an anaerobic IC reactor using granular sludge. It is shown that both aerobic and anaerobic oxidation technologies, as well as technologies using a complex anaerobic-aerobic purification method, can be successfully used for biological treatment of industrial wastewater with a high content of organic substances. The conditions of the technological process are determined experimentally for each specific case.

Keywords: biological treatment, activated sludge, aerobic conditions, anaerobic conditions, organic matter.

COAL GASIFICATION PROCESS AS AN ALTERNATIVE FOR OIL AND GAS PROCESSING

Glikina I., Glikin M., Zubcov E.

One of the well-known fuels is coal. It is one of the most valuable fuels and raw materials for the chemical and other industries. According to statistics, on average, when burning 1 kg of coal, up to 27 MJ of energy is obtained. This, in terms of an efficiency of 30%, can give 2 kWh of electricity. According to the statistics of coal reserves in the 10 most famous coal basins in the world for the period 2017-2020 and the coal industry of Ukraine is represented by only two types of basins: coal and lignite are presented in Table 1 [1, 2].

Table 1

Statistical data on coal reserves (CR) in the TOP-10 coal basins of the world and Ukraine

coal basin of world	CR, billion tons	Ukrainian coal basins	CR, million tons	
			Coal	Brown coal
Tungusky, Russia	2299	Donetsk	18549	-
Lensky, Russia	1647	Luhansk	17984,2	-
Kansko-Achinsky, Russia	638	Dnipro	13986,1	1578,7
Kuzbass, Russia	635	Kharkiv	2081,1	390
Illinois, USA	365	Lviv	1364,7	-
Ruhr, Germany	287	Volyns'ka	75,4	-
Appalachian, USA	284	Kirovograd	-	801,3
Pechorsky, Russia	265	Cherkas'ka	-	84,1
Taimyrsky, Russia	217	Zakarpattia	-	39,2
Donbass - Ukraine	114	Zhytomyr	-	11

The main base of Ukraine's coal is the Donetsk coal basin. The crisis in the fall of 2013–2014 had a negative impact on the state of the country's economy. In 2013, the volume of coking coal production decreased to 23.7 million tons [1].

Solid fuel gasification can be viewed as a combination of heterogeneous and homogeneous reactions. The most desirable reaction products are CO, H₂ and CH₄. It is known that a gaseous mixture of synthesis gas (CO + H₂) is widely used as a raw material for many syntheses. Natural coal has small impurities, which depends on the deposits. The average composition of coal is presented in Table 2.

Table 2

Average composition of Ukrainian coal

component	C	S	H	O	ash	moisture
composition, %	72-96	до 1,6	1,5-5,9	1,4-16	2-45	3-15
specific heat of combustion, kcal/kg	6900 – 8600					

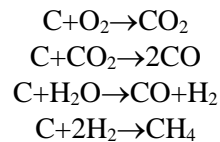
The coal gasification process has both a number of advantages and a number of difficulties. This allows us to make an assumption about the catalytic process of steam reforming of coal under the conditions of aerosol nanocatalysis technology and in a high-temperature heat carrier. Table 3 presents the main advantages and disadvantages of the coal gasification process.

Table 3

Methods of coal gasification

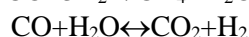
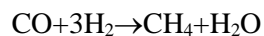
Agent type	Method	Advantages	Disadvantages
coal particle size - lump coal	stationary: lump coal slowly descends, gasifying agents are introduced from below	good heat transfer; consumption indicators are reduced; the overall efficiency of the processes increases	semicoking of coal proceeds with the formation of products (oil, resin, phenols), polluting gas is obtained
type of coal - caking coal	create special devices in motion and rotating grates	the ability to remove ash from the reaction volume in the solid state	wear of the rotating grate; long downtime; high cost of repair work
coal particle size - fine (dusty) coal	coal and gaseous gasifying agent are fed into the gasifier in one direction	low cost of coal; the use of coal of various coalification; no by-products are formed; the possibility of using other liquid and gaseous hydrocarbon fuels; the implementation of gasification at elevated pressure allows: to increase the productivity of the gas generator; reduction of costs for compression of synthesis gas; gasification efficiency increases	for coals with a high ash melting point, it is difficult to choose a material for the lining of the reactor; for gasification with liquid slag removal: decrease in efficiency at high ash content and when the process is carried out at high temperatures; problems with the continuous supply of pulverized fuel, discharge of slag through the sluice and the achievement of complete conversion of the fuel

Solid fuels are mostly carbon, so the following equations can be assumed:



These equations describe the heterogeneous part of the coal gasification process with the formation of gaseous compounds. It should be taken into account that the products of thermal decomposition of coal are obtained: carbon dioxide, water, hydrogen and semi-coking products that can react with hot carbon.

The homogeneous component of the gasification process can be described by the equations:



Both homogeneous and heterogeneous reactions proceed with a significant change in the energy of the system.

In Fig. 1 shows the production of synthesis gas by various technologies by aerosol nanocatalysis in a rotating bed and in a liquid high-temperature coolant [4, 5].

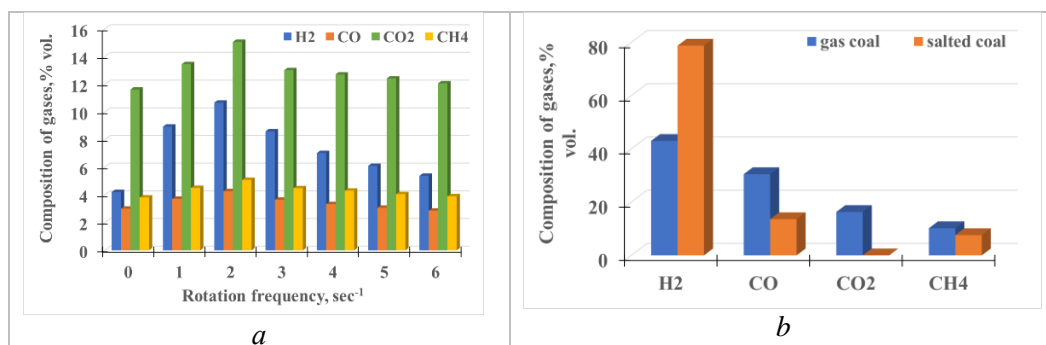


Fig. 1. Synthesis gas production by various technologies: *a* - technology of aerosol nanocatalysis in a rotating bed; *b* - technology in a liquid high-temperature heat carrier

It is noted that the conversion of coal depends on various technological conditions and types of coal. The result is synthesis gas that can be used as an energy-containing gas and as a feedstock for the synthesis of organic products.

Coal is a fuel component that can adequately compete with oil and gas. The poorly studied properties of coal currently do not allow it to be used as widely as we would like. Therefore, it is necessary that research institutes conduct research on the properties of coal more often. This will make it possible to use coal as a fuel and as a raw material on a fairly large scale.

References

1. Специализированный ресурс горнодобывающей промышленности России. [Elektronnyj resurs]. – Top-10 крупнейших угольных месторождений мира. – URL: <http://rosmining.ru/?review=%D1%82%D0%BE%D0%BF-10-%D0%BA%D1%80%D1%83%D0%BF%D0%BD%D0%B5%D0%B9%D1%88%D0%B8%D1%85-%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85-%D0%BC%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B6%D0%B4%D0%B5%D0%BD> – 2021.

2. Материал из MiningWiki. [Elektronnyj resurs] – Угольная промышленность Украины. – http://miningwiki.ru/wiki/%D0%A3%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B8%D0%BD%D1%8B – 2019.
3. Khimicheskie veschestva iz uglya. Pod red. I.V. Kaletchitsa. – М.: Khimiya, 1980. – 616 s.
4. Luhovskoi A., Glikin M., Kudryavtsev S., Glikina I. Studying the influence of the intensity of mechanochemical activity on the process of steam conversion of coal // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2018, 4/6(94). – P. 56-62 DOI: 10.15587/1729-4061.2018.136371
5. Zubcov E.I. Tekhnologiya sintez-gazu z vugillya v rozplavi. Avtoref. kand.tekhn.nauk, Kharkiv, 2011. – 23 s.

ПРОЦЕС ГАЗИФІКАЦІЇ ВУГІЛЛЯ ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ПЕРЕРОБКИ НАФТИ І ГАЗУ

Глікіна І. М., Глікін М. А., Зубцов Є. І.

Відомими паливними елементами є нафта, газ і вугілля. Нафта і газ застосовують досить часто. Вугілля як паливо може скласти конкуренцію. Однак дана область малодосліджена і не дозволяє широко використовувати вугілля. Тут представлена можливість газифікації вугілля за технологією аерозольного нанокаталізу та за технологією в рідкому високотемпературному теплоносії. В результаті отримали синтез-газ як основний компонент.

Ключові слова: вугілля, аерозольний нанокаталіз, рідкий високотемпературний теплоносії, розплав.

ПРОЦЕСС ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ КАК АЛЬТЕРНАТИВА ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТИ И ГАЗА

Гликина И. М., Гликин М. А., Зубцов Е. И.

Известными топливными элементами являются нефть, газ и уголь. Нефть и газ применяют достаточно часто. Уголь как топливо может составить им конкуренцию. Однако малоисследованная данная область не позволяет так широко его использовать. Представлена возможность газификации угля по технологии аерозольного нанокаталіза и технологии в жидком високотемпературном теплоносителе. В результате получили синтез-газ как основной компонент.

Ключевые слова: уголь, аерозольный нанокаталіз, жидкий високотемпературный теплоноситель, расплав.

COAL GASIFICATION PROCESS AS AN ALTERNATIVE FOR OIL AND GAS PROCESSING

Glikina Irene, Glikin Marat, Zubcov Eugene

The well-known fuel cells are oil, gas and coal. Oil and gas are used quite often. But coal as a fuel can compete with them. However, this area is still poorly explored and does not allow widespread use of coal. Here the possibility of coal gasification using aerosol nanocatalysis technology and technology in a liquid high-temperature coolant is presented. As a result, synthesis gas was obtained as the main component.

Keywords: coal, aerosol nanocatalysis, liquid high-temperature heat carrier, melt.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИПРОБУВАНЬ ФОРСУНОК ТЕПЛОВИЗНИХ ДИЗЕЛІВ

Клименко О. В., Аулін Д. О., Максимов М. В., Радченко В. С.

Процеси згоряння палива в дизельних двигунах внутрішнього згоряння є достатньо складними та складними в дослідженнях. Питання, також, ускладнюється тим, що спалахування дизельного палива починається не в одній точці, а там де виникають найбільш сприятливі умови для фізико-хімічних процесів підготовки палива до самозаймання.

Характеристики самозаймання та якості згоряння суттєво залежать від дрібності та однорідності розпилювання дизельного палива. Відомо, що при зменшенні розміру крапель палива відношення площі поверхні до об'єму рідини збільшується, тому що площа поверхні кулі пропорційна квадрату, а її об'єм кубу діаметра.

Порція палива, яка подається до циліндру дизеля має дуже велику кількість крапель, розміри яких можуть змінюватися в широких межах. Для оцінки ступеня дисперсності розпиленого палива та якості розпилювання доцільно використовувати характеристики розпилювання.

Основними параметрами якості розпилювання рідкого палива в камері згоряння двигунів внутрішнього згоряння є: дисперсний склад, розподіл концентрацій, швидкість струменя, кореневі кути, кути між струменями, довжина струменів. З причини технологічних особливостей виготовлення, спостерігається нестабільність процесу розпилювання однотипними розпилювачами, а так само відхилення гідродинамічних параметрів розпилювачів від технічних вимог, що впливають на робочий процес двигунів у вигляді зміни витрати палива, складу відпрацьованих газів та ін.

Оцінка впливу впровадження ресурсозберігаючих заходів та засобів проводилась шляхом випробування форсунок тепловозного дизеля на стенді. При випробуваннях контролюються такі параметри: тиск вприску, гідравлічна щільність розпилювача, герметичність, а також візуально контролюється якість розпилювання дизельного палива форсунками.

Візуальна оцінка якості розпилювання дозволяє виявити тільки суттєві відхилення в роботі форсунки. Таким чином, для оцінки якості розпилювання палива форсунками необхідно розробити більш точний і достовірний спосіб випробування.

Дисперсний склад є обов'язковим методом контролю якості розпилювання палива [1]. Застосування методів дисперсного аналізу є необхідним при наукових дослідженнях, при розробці нових та перспективних систем паливоподачі, випробуваннях ресурсозберігаючих технологій.

Експериментальні дослідження [2] показують, що факел розпиленого дизельного палива складається з великого числа крапель різного розміру. Для оцінки

дисперсності розпиленого палива, при розрахунках випаровування, руху, та згоряння крапель доводиться використовувати середні дані про розміри крапель палива. Середній розмір крапель дає лише спрощене уявлення про ступінь подрібнення палива та являє собою одну з характеристик дисперсного складу крапель у факелі, що дозволяє частково спростити математичні операції при визначенні складу крапель та орієнтовно визначати шлях руху вершини факела з прорахуванням часу, необхідного для згоряння факела розпиленого дизельного палива заданого дисперсного складу. Дослідження пов'язані з визначенням якості розпилювання палива, а особливо, з визначенням кількості і розмірів крапель, є складною і трудомісткою задачею. Розроблено різні способи для її вирішення: мікрокінозйомка крапель в факелі, фотометричний спосіб, вприск в рідкий парафін з подальшим заморожуванням крапель і просіюванням їх через сита, сідентометричний метод та ін. Перелічені методи, вимагають складного устаткування і суттєвих витрат і не завжди можуть бути використані в умовах досліджень, які проводяться в локомотивних депо. Для дослідження впливу ресурсозберігаючих заходів на якість розпилювання палива, при випробуваннях в умовах депо розроблений метод уловлювання крапель гліцерином, з подальшим мікроскопічним аналізом і обробкою отриманих результатів за допомогою спеціального програмно-розрахункового комплексу.

Реєструючи зображення крапель палива в цифровому форматі, необхідно їх обробити для отримання кількісних оцінок і контролю параметрів процесів розпилювання рідин, для чого зображення піддаються деяким перетворенням: контрастування, виділення контурів, сегментація і ін.

Отримання надійного аналітичного виразу є дуже важливим, так як при наявності його можна було б обчислювати число крапель, їх обсяг і поверхню, обґрунтовано вибирати середні показники дисперсності розпиленої рідини, проводити розрахунки, пов'язані з випаровуванням крапель і згорянням факела в цілому, інтерполювати розподіл для проміжних значень аргументу і ін. В даний час є багато різного виду рівнянь цих кривих, запропонованих різними дослідниками. Більшість з них отримано при вивченні гранулометричного складу подрібненого і порошкоподібних твердих матеріалів, і тільки окремі рівняння знайдені при аналізі дисперсності розпиленого палива. Жодне із запропонованих рівнянь не може претендувати на універсальність. Виникає необхідність в аналізі наявних виразів, з тим щоб виявити найбільш вдалі з них і відкинути менш вдалі. Частковий розбір деяких рівнянь стосовно аналізу розпиленого палива проводився дослідниками, які зіставили свої рівняння і рівняння логарифмічного закону розподілу з експериментальними відносними об'ємними кривими частот. Спроб ширшого зіставлення запропонованих виразів з експериментальними даними по розпилюванню рідин в літературі не зустрічається. Досвід відшукання найбільш підхожих виразів для кривих подрібнення твердих матеріалів показав, що важко знайти формулу, яка задовільно вирівнювала б експериментальні дані в широкому діапазоні зміни крупності. Мабуть, ця обставина має місце і для частинок розпиленої рідини.

В представленому дослідженні обробку результатів випробувань форсунок статистичним методом, запропоновану виконувати, приймаючи для відносної сумарної кривої розподілу розмірів крапель палива параметри за залежністю Розіна-Раммлера:

$$S(z) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{z}{B}\right)^A\right]$$

де A та B – сталі, що визначаються на основі експериментальних досліджень.

Параметр B називають ще константою розміру. Він представляє собою розмір краплі, яка поділяє відносну сумарну криву розподілу таким чином, що 63,2% розпиленого дизельного палива складається з крапель, розмір яких менше, а 36,8% – з крапель розміром більші за константу розміру. Параметр A визначає ширину розподілу, тобто ступінь однорідності крапель палива за розміром z (рис. 1).

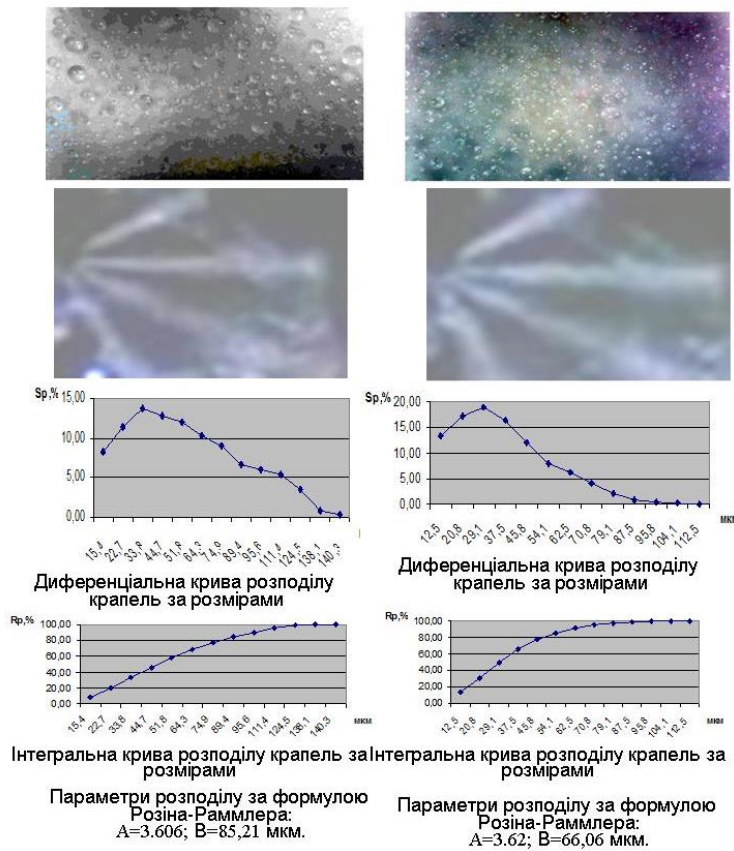


Рис. 1. Якість розпилювання палива форсунками: Знімок крапель (збільшено в 150 разів) (а) та параметри розпиленого палива форсункою $T=300$ діб до та після застосування технології безрозбірної очистки системи паливоподачі (б)

Зменшення розміру крапель розпиленого дизельного палива призводить до збільшення питомої поверхні, прискореного випаровування палива, і, як слід, до покращення якості сумішоутворення та, як наслідок, поліпшення процесу згоряння і техніко-економічних характеристик роботи тепловозів в експлуатації.

Запропоновано спосіб для оцінки дисперсного складу розпиленого палива уловлювання крапель палива гліцерином з подальшим статистичним аналізом з застосуванням спеціального програмно-розрахункового комплексу, на основі якого розроблені рекомендації для розробки та виготовлення автоматизованого випробувального стенду для визначення дисперсного складу розпиленого палива [3].

Література

1. Коузов П. А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов / П. А. Коузов. – Л.: Химия, 1987. – 264 с.
2. Аулін Д. О. Удосконалення технічного обслуговування системи паливоподачі тепловозних дизелів : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 / Аулін Дмитро Олександрович – Северодонецьк, 2019. – 189 с.
3. Improvement of diesel injector nozzle test techniques / Aulin, Klymenko, Falendysh та ін.]. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – №985.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИПРОБУВАНЬ ФОРСУНОК ТЕПЛОВОЗНИХ ДИЗЕЛІВ

Клименко О. В., Аулін Д. О., Максимов М. В., Радченко В. С.

Через зміни характеристик паливної апаратури під час експлуатації, значну частину життєвого циклу двигуни тепловозів працюють в умовах підвищеної витрати палива, збільшеної теплової напруги, що часто призводить до погіршених екологічних показників та обмеження експлуатаційної потужності двигунів і, як наслідок, до зниження ефективності роботи тепловозів. Резервом підвищення експлуатаційних показників дизельної установки і тепловоза в цілому є здійснення заходів щодо запобігання змін характеристик системи паливоподачі, наприклад, розробці технології безрозбірного очищення систем паливоподачі від вуглецевих відкладень. Для визначення ефективності подібних заходів необхідно застосування нових методів контролю якості розпилювання палива форсунками.

Ключові слова: ефективність, паливна апаратура, дизельна установка.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПЫТАНИЙ ФОРСУНОК ТЕПЛОВОЗНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Клименко А. В., Аулин Д. А., Максимов М. В., Радченко В. С.

Из-за изменений характеристик топливной аппаратуры во время эксплуатации, значительную часть жизненного цикла двигатели тепловозов работают в условиях повышенного расхода топлива, увеличенного теплового напряжения, часто приводит к ухудшению экологических показателей и ограничению эксплуатационной мощности двигателей и, как следствие, к снижению эффективности работы тепловозов. Резервом

повышения эксплуатационных показателей дизельной установки и тепловоза в целом является осуществление мер по предотвращению изменений характеристик системы топливоподачи, например, разработке технологии безразборной очистки систем топливоподачи от углеродных отложений. Для определения эффективности подобных мероприятий необходимо применение новых методов контроля качества распыления топлива форсунками.

Ключевые слова: эффективность, топливная аппаратура, дизельная установка.

IMPROVEMENT OF DIESEL INJECTOR NOZZLE TEST TECHNIQUES

Klymenko O. V., Aulin D. O., Maksimov M. V., Radchenko V. S.

Due to changes in the characteristics of fuel equipment during operation, a significant part of the life cycle of diesel locomotive engines operate under conditions of increased fuel consumption, increased thermal stress, often leads to deterioration of environmental performance and limitation of the operational power of engines and, as a consequence, to a decrease in the efficiency of diesel locomotives. The reserve for improving the performance of a diesel plant and a diesel locomotive as a whole is the implementation of measures to prevent changes in the characteristics of the fuel supply system, for example, the development of technology for CIP cleaning of fuel supply systems from carbon deposits. To determine the effectiveness of such measures, it is necessary to use new methods for controlling the quality of fuel atomization by nozzles.

Keywords: efficiency, fuel equipment, diesel plant.

ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНА ТЕХНОЛОГІЯ УТИЛІЗАЦІЇ Cr^{6+} -ВМІСНИХ СТІЧНИХ ВОД. СКОРОЧЕННЯ ВИТРАТ ПРОМИВНОЇ ВОДИ

Суворін О. В., Ожередова М. А., Зубцов Є. І., Кравченко І. В.

Сполуки шестивалентного хрому представляють серйозну небезпеку для поверхневих і ґрунтових вод, мають властивості токсикантів кумулятивного і адитивного характеру, можуть надавати мутагенну та канцерогенну дію на живі організми [1].

Більшість реалізованих у промисловості способів очищення стічних вод від сполук $\text{Cr}(\text{VI})$ є, або за технологією та експлуатацією простими, але з отриманням очищеної води з залишковими концентраціями $\text{Cr}(\text{VI})$, які у сотні разів перевищують рівень ГДК, або дорогими, складними у виконанні та експлуатації. Деякі з відомих способів утилізації $\text{Cr}(\text{VI})$ -вмісних стічних вод орієнтовані на імпорфтне обладнання і коштовні основні та допоміжні речовини та, здебільшого, передбачають утворення нових видів відходів, які, у свою чергу, вимагають утилізації. В сучасних складних економічних умовах особливий інтерес представляють недорогі й ефективні реагентні способи очищення $\text{Cr}(\text{VI})$ -вмісних стічних вод, з широким використанням відходів місцевої промисловості як допоміжної сировини і, продуктами які мають бути речовинами, придатними до подальшого використання у промисловості та побуті [2].

В результаті обстеження гальванічної ділянки (ТОВ «Сєверодонецькі металеві вироби та конструкції») встановлено, що Cr^{6+} -вмісні стоки надходять з 3-х операцій: хромування деталей, зняття шлаку з деталей та пасивування деталей. Було визначено мінімальні й максимальні витрати промивної води (від 1 до 118 $\text{м}^3/\text{год.}$), усереднений вміст в ній сполук Cr^{6+} (від 30,4 до 56 мг/л), сірчаної кислоти (від 1,2 до 2,5 мг/л) та кількість твердих відходів (близько 500 г на 1 м^3 очищеної води), які потребують видалення до полігону ТПВ.

Дослідно-промислові випробування розробленої технології реагентного очищення низькоконцентрованих стічних вод процесу електрохімічного хромування від сполук Cr^{6+} проводились на тимчасово зібраній установці з можливістю її подальшої модернізації та оптимізацією технологічного режиму очищення [3].

При проведенні дослідно-промислових випробувань Cr^{6+} -вмісні стічні води надходили тільки з ділянки хромування. У першій серії - це промивна вода з початковим середнім вмістом CrO_3 – 179,9 мг/л і рН – 4,9. У другій - з початковим середнім вмістом CrO_3 – 128,02 мг/л і рН – 5,2. Збільшення початкової концентрації CrO_3 у промивній воді пов'язано зі складністю форми виробів, які промивалися, та необхідністю скорочення витрат свіжої води на промивку. Інші компоненти в початковій воді не аналізувались. В обох серіях експериментів початкову Cr^{6+} -вмісну воду попередньо підлугувували до рН = 10,1–10,3 вапняним

молоком, яке не було попередньо освітлене. Далі дозували розчин $\text{Ba}(\text{OH})_2$ до $\text{pH} \approx 11,2$. Середня температура початкової та очищеної вод становила 19°C . Температури розчинів $\text{Ba}(\text{OH})_2$ та $\text{Ca}(\text{OH})_2$ не замірялись.

При проведенні 1-ї серії, промивка здійснювалась свіжою технічною водою, а очищена вода направлялась в систему існуючої доочистки й скидалась в каналізацію. При проведенні 2-ї серії експериментів частина очищеної води поверталась в цикл промивки виробів замість свіжої промивної води. Для першого етапу 2-ї серії експериментів як промивна вода використовувалась вода, очищена в 1-й серії експериментів й знаходилась у промивній ванні. Загальний солевміст в ній становив $395,2 \text{ мг/л}$. Середня витрата свіжої промивної води при проведенні 1-ї серії експериментів становила $\approx 1,3 \text{ м}^3/\text{год}$. При проведенні 2-ї серії експериментів загальна витрата свіжої та оборотної води складала $\approx 1,25 \text{ м}^3/\text{год}$.

Загальна кількість очищеної води складала у першій серії – $7,6 \text{ м}^3$, у другій – $17,3 \text{ м}^3$. Візуально, після просушування промитих виробів, сольового нальоту на них не виявлено в обох серіях проведення експериментів. Загальний максимальний солевміст очищеної води в 1-й серії експериментів становив $\approx 395,2 \text{ мг/л}$, в 2-й серії експериментів – $\approx 660,3 \text{ мг/л}$.

Вміст кальцію перебував в межах $60,1\text{-}108,3 \text{ мг/л}$, а барію $29,3\text{-}51,5 \text{ мг/л}$. Наявність кальцію і барію в очищеній воді не є перешкодою для її повторного використання при промиванні деталей на стадіях хромування і пасивації, а також для приготування вапняного молока і розчину гідроксиду барію. Загальний солевміст в технічній воді, яка поступає на промивку виробів складає $210\text{-}240 \text{ мг/л}$. По закінченні 1-ї серії експериментів загальний солевміст в очищеній промивній воді складав $395,2 \text{ мг/л}$ і був прийнятий як початковий для проведення 2-гої серії експерименту. За результатами випробувань залежності приросту загального солевмісту в очищеній промивній воді від її витрати представлені на рис. 1.

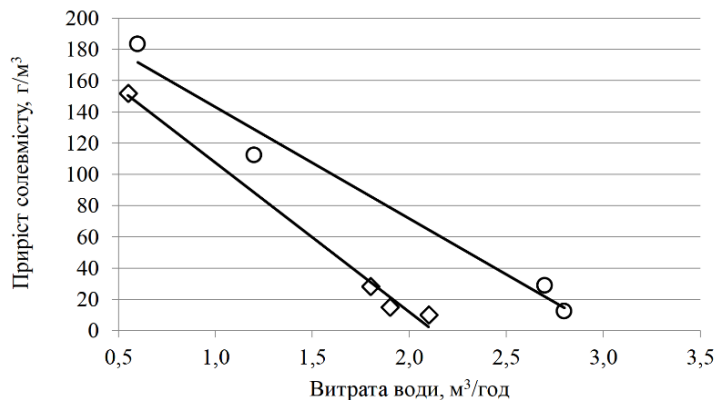


Рис. 1. Залежність зміни солевмісту в очищеній воді від її витрати:
◇ - 1-ша серія експериментів; ○ – друга серія експериментів

Приріст солевмісту розраховували за формулою:

$$M_{з.с.} = \Delta C_{з.с.} \cdot W \quad (1)$$

де $M_{з.с.}$ – приріст загального солемісту в очищеній воді, г/год.;

$\Delta C_{з.с.}$ – різниця концентрацій суми солей в очищеній та початковій промивній воді за етапом в межах серії, г/м³;

W – витрата промивної води, м³/год.

Представлена на рис. 1 залежність для першої серії експериментів задовільно (з достовірністю апроксимації $R^2 = 0,9$) описується лінійним рівнянням:

$$\Delta C_{з.с.} = 256,9 - 85,4 \cdot W_n, \quad (2)$$

де W_n – початкова витрата промивної води;

$\Delta C_{з.с.}$ – приріст загального солемісту при очищенні води за умови повного її освітлення

Загальне рівняння матеріального балансу для процесу очищення промивної води від сполук Cr^{6+} може бути записане, відповідно до схеми на рис. 2, у вигляді:

$$M_0 + M_p + M_x = M_k \quad (3)$$

де M_0 , M_p , M_x та M_k – відповідно загальна маса солей, які входять до системи з початковою технічною водою, рециркулюючою водою, утворюються за рахунок хімічних реакцій й залишаються у розчині, та маса солей, яка виходить з системи.

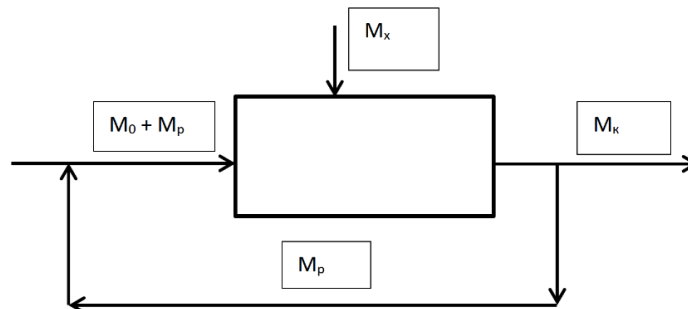


Рис. 2. Схема очищення Cr^{6+} -вмісних стічних вод

Рівняння матеріального балансу з урахуванням формули (1) та за умови, що рециркулює вже очищена вода, і зміна її кількості пропорційно призведе до зміни кількості свіжої води, запишеться у вигляді:

$$(1-n) \cdot W_0 \cdot C_0 + n \cdot W_0 \cdot C_k + W_x \cdot C_x = W_k \cdot C_k \quad (4)$$

де W_0 , W_x та W_k – відповідно витрати свіжої води на промивку виробів, з реагентами на очищення та очищеної з системи, м³/год;

C_0 , C_x та C_k – відповідно загальні концентрації солей у свіжій воді, приріст загального солемісту після очищення й освітлення води та в очищеній воді, яка виходить з системи й рециркулює в системі, г/м³;

n – частка оборотної води:

$$n = \frac{W_p}{W_0 + W_p} \quad (5)$$

Відповідно до графічної залежності для 1-серії експерименту на рис. 1 та рівняння (2), приріст загального солевмісту після очищення й освітлення води в залежності від кількості води, яка подається на промивку виробів, може бути виражений в загальному вигляді як:

$$C_x = \Delta C_{з.с.} = q - b \cdot W_0 \cdot (1 + a) \quad (6)$$

де a – кількість розчину, що надходить до системи з реагентами для очищення води відносно кількості свіжої промивної води, визначається як:

$$a = \frac{W_x}{W_0 + W_x} \quad (7)$$

В рівнянні (7) величина a є перемінною і залежить від кількості іонів CrO_4^{2-} та SO_4^{2-} , які надходять з виробами на промивання, а також залишкової концентрації іонів Ca^{2+} та Ba^{2+} в воді при її очищенні та визначається фактичними вимірами виробів. Для першої серії експерименту $a_1 = 0,013$, а для другої серії $a_2 = 0,007$.

Підстановка залежностей (5 – 7) в рівняння матеріального балансу (4) та його перетворення, дозволяє записати рівняння для розрахунку кінцевої концентрації загального солевмісту в промивній воді після її очищення у вигляді:

$$C_\kappa = \frac{C_0 \cdot (1 - n) + (1 + a) \cdot \left(n \cdot C_0 + q - b \cdot W_0 \cdot \frac{1}{1 - a} \right)}{1 - n \cdot (1 - a)} \quad (8)$$

Аналіз цього рівняння показує, що за умови $W_0 = 0$, $n=1$ (промивка відбувається тільки у тій воді, яка знаходиться у промивній ванні без її оновлення до досягнення загальної концентрації солей не більше, при якій спостерігається сольові відкладення на промитих виробках - 800 мг/л, «буфер» системи складає 468,6 мг/л. Виходячи з цього, тривалість промивки виробів без оновлення об'єму ванни, становить:

$$\tau = \frac{b}{\Delta C - C_n} \cdot V_s = \frac{95,6}{800 - 468,6 - 203} \cdot 1,5 \approx 1,4 \text{ год.} \quad (9)$$

Витрата свіжої промивної води, без її часткового повернення на промивання, для уникнення приросту концентрації солей, повинна становити не менше 2,2 м³/год. Результати розрахунку за рівнянням (8) можливої кількості очищеної води, яка може бути повернена на промивку виробів показані на рис. 3.

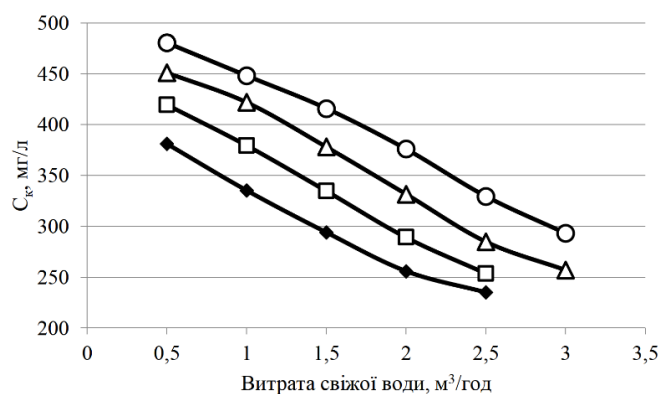


Рис. 3. Залежність збільшення загального солемісту в промивній воді від витрати свіжої води (W_0) та частки очищеної води (n), що повертається на промивку
 ◆ - $n=0,2$; □ - $n=0,4$; Δ - $n=0,6$; ○ - $n=0,8$.

Враховуючи отримані дані, запропонований такий режим промивки виробів: витрата свіжої води – 0,6–0,8 м³/год., витрата очищеної води в рецикл – 0,2–0,4 м³/год. при загальній витраті не більше 1,6 м³/год (що відповідає $n = 0,3–0,5$). Обмеження максимальної загальної витрати води 1,6 м³/год. обумовлене необхідністю забезпечити час перебування утвореної суспензії у реакторі відстійнику не менше 40 хвилин для повного її розшарування. Обмеження мінімальної витрати 0,8 м³/год. – не допущенням утворенням сольового нальоту на промитих виробках.

При загальних витратах води на промивку 2,7–2,8 м³/год. (при $n \approx 0,45$) спостерігається, як й передбачалось, не достатнє розшарування суспензії. Тому основний час промивки виробів після електрохімічного хромовання проводився при середній загальній витраті води 1,2 м³/год., у тому числі з поверненням на промивку 0,4–0,5 м³/год. очищеної води, що відповідає $n = 0,3–0,4$. Виходячи з аналізу кінцевих результатів випробувань дослідно-промислової установки скорочення витрат свіжої води на промивку виробів, в середньому, склали 35%.

Література

1. Мамырбаев А.А. Токсикология хрома и его соединений. – Актобе: Кокжиек, 2012.- 284 с.
2. Григоренко Ю.Ю., Шорохов М.М., Суворін О.В., Заїка Р.Г. Оцінка ефективності технологій утилізації Cr⁶⁺ вмісних стічних вод промислових підприємств на основі SWOT-аналізу / Технологія-2018 : матеріали XXI міжнар. наук.-техн. конф. - Северодонецьк : Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля, 2018. – С. 83 - 85.
3. Suvorin A.V., Shorokhov M.N., Ozheredova M.A., Bliznjuk O.N., Ryshchenko I.M., Masalitina N.Yu. Purification of Cr(VI)-containing wastewater by chemical precipitation: test results of an experimental-industrial installation / Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii, 2021, No. 3, pp. 121-127.

ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНА ТЕХНОЛОГІЯ УТИЛІЗАЦІЇ Cr⁶⁺-ВМІСНИХ СТІЧНИХ ВОД. СКОРОЧЕННЯ ВИТРАТ ПРОМИВНОЇ ВОДИ

Суворін О. В., Ожередова М. А., Зубцов Є. І., Кравченко І. В.

Запропоновано модель матеріального балансу процесу очищення Cr(VI)-вмісних стічних вод, яка враховує загальний солевміст в свіжій воді, що надходить на промивання виробів після хромування та зміну загального солевмісту в очищеній воді. Розрахунок моделі показав, що кількість очищеної води, яка може бути повернена на промивку виробів становить 37-40%. При цьому зменшується витрата свіжої води без досягнення критичного загального солевмісту у воді. Таке рішення дозволяє уникнути утворення сольових відкладень на поверхні промитих виробів. Модель підтверджена експериментально.

Ключові слова: Cr(VI)-вмісні стічні води, технологія очищення, промивні води, солевміст, модель матеріального балансу.

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ Cr⁶⁺-СОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД. СОКРАЩЕНИЕ РАСХОДА ПРОМЫВНОЙ ВОДЫ

Суворин А. В., Ожередова М. А., Зубцов Е. И., Кравченко И. В.

Предложена модель материального баланса процесса очистки Cr(VI)-содержащих сточных вод, которая учитывает общее солесодержание в свежей воде, поступающей на промывку изделий после хромирования и изменение общего солесодержания в очищенной воде. Расчет модели показал, что количество очищенной воды, которая может быть возвращена на промывку изделий составляет 37-40%. При этом уменьшается расход свежей воды без достижения критического общего солесодержания в воде. Такое решение позволяет избежать образования солевых отложений на поверхности промытых изделий. Модель подтверждена экспериментально.

Ключевые слова: Cr(VI) -содержащие сточные воды, технология очистки, промывные воды, солесодержание, модель материального баланса.

ENVIRONMENTALLY SAFE TECHNOLOGY FOR UTILIZATION Cr⁶⁺-CONTAINING WASTEWATER. REDUCED WASH WATER CONSUMPTION

Suvorin O. V., Ozheredova M. A., Zubtsov Ye. I., Kravchenko I. V.

A model of the material balance of purification process of Cr(VI) -containing wastewater is proposed. The model takes into account the total salt content in fresh water supplied to the washing of products after chrome plating and the change in the total salt content in the treated water. The calculation of the model showed that the amount of purified water that can be returned for washing products is 37-40%. This reduces the consumption of fresh water without reaching the critical total salt content in the water. This solution avoids the formation of salt deposits on the surface of the washed products. The model has been verified experimentally.

Keywords: Cr(VI) -containing waste water, purification, wash water, salt content, material balance model.

MULTICOMPONENT SYSTEMS IN THE PRODUCTION OF COMPLEX NPCA-FERTILIZERS

Avina S. I., Vetsner Yu. I.

One of the main reasons for the lack of harvest in agriculture in Ukraine is an acute shortage of phosphorus fertilizers. Their deficit has become especially noticeable in recent years, when imports of phosphorites and apatites have sharply decreased. In this regard, the problem of attracting unconventional sources of raw materials to the fertilizer industry is becoming increasingly important. The main direction for solving this problem is the inclusion in the development of domestic phosphorites with a low content of P_2O_5 (3–10% wt.) [1].

Nitric acid decomposition can be considered one of the promising directions for processing low-quality phosphorites. The prospect of this method lies in the possibility of complex processing of phosphate raw materials, regardless of the quality of the original phosphorite, using waste-free technology. Since domestic phosphorus-containing raw materials are characterized by a high content of calcium and silicon oxides - up to 30%, the nitric acid decomposition of such raw materials results in a nitric acid solution containing an increased amount of $Ca(NO_3)_2$ [2].

Standard methods for processing such nitric acid solutions into mineral fertilizers are based on the removal of a part of $Ca(NO_3)_2$. However, if you look at the problem from the other side, then a large amount of nutrients, which include calcium, are removed from the soil by plants during harvesting and, accordingly, requires constant replenishment.

In order to create mineral fertilizers containing, in addition to the main nutrients - nitrogen, phosphorus and potassium, and additional - calcium, our choice fell on the use of urea because of its ability to form complex compounds with almost all inorganic acids and salts. This contributes to the production of complex fertilizers with various forms of nutrients, which slowly decompose under the action of groundwater, which leads to the transition of phosphates in the soil into digestible forms [3].

The nitric acid solution formed after the decomposition of phosphorite with nitric acid is a complex system consisting of many compounds, the behavior of which, when urea is added to it, is unpredictable. Therefore, to establish the chemistry of the ongoing processes and the mechanism of the effect of carbamide, we carried out studies with chemically pure substances, taken in quantities corresponding to the amounts of these compounds in a nitric acid solution.

The initial substances for the experiments were model systems consisting of 3, 4 and 5 components $CO(NH_2)_2 - H_3PO_4 - H_2O$; $CO(NH_2)_2 - HNO_3 - H_2O$; $CO(NH_2)_2 - HNO_3 - H_3PO_4 - H_2O$; $CO(NH_2)_2 - H_3PO_4 - Ca(NO_3)_2 - H_2O$; $CO(NH_2)_2 - H_3PO_4 - Ca(NO_3)_2 - HNO_3 - H_2O$.

The interaction of model systems with urea took place in a reactor equipped with a stirrer and a thermostat, by intensive stirring at $T = 25^{\circ}\text{C}$, while any changes in the systems over time were clearly recorded using an electronic stopwatch and changes in the temperature of the mixture. After mixing, the samples were removed from the reactor and sent either directly for filtration or for cooling. Then the filtered crystals were dried at $T = (55-75)^{\circ}\text{C}$, after which they were sent for X-ray phase analysis. Let's consider each system in more detail.

In the $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{H}_3\text{PO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ system, phosphoric acid was taken with a concentration of 40 wt%. The addition of carbamide to the phosphoric acid solution, in the ratio $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 : \text{H}_3\text{PO}_4 = 1 : 1$, was accompanied by an instant drop in temperature from 25°C to 23°C after a time (τ) of 0.05 sec., while the dissolution of carbamide had already begun. The decrease in temperature lasted 75 sec to 19°C , after which the temperature began to rise again from 147 sec and complete dissolution was observed at $\tau = 243$ sec and a mixture temperature of 22°C . The formation of a crystalline precipitate occurred smoothly, within 900 seconds, as the mixture cooled to a temperature of 12°C .

In fig. 1 shows an X-ray diffraction pattern of crystals obtained in this system.

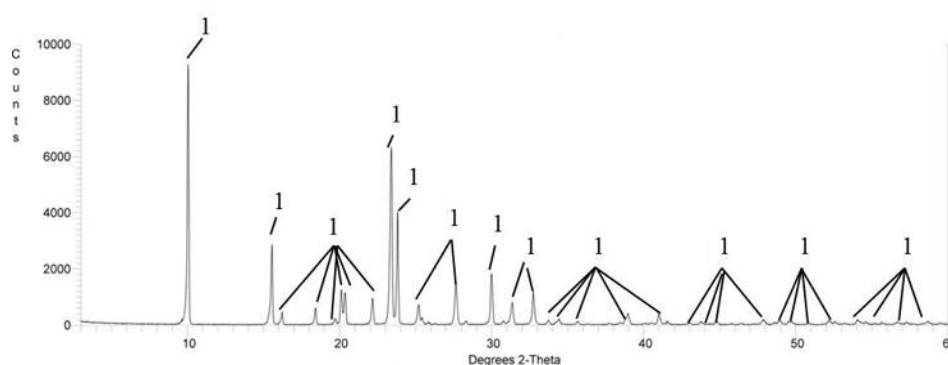


Fig. 1. X-ray diffraction pattern of a crystalline precipitate formed in the system $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{H}_3\text{PO}_4 - \text{H}_2\text{O}$

Fig. 1 shows that the resulting sample contains only one substance. After decoding, carried out according to the data of interplanar distance (d (Å)) and angle (2θ), which are characteristic for each substance, it was found that this substance is carbamide phosphate ($1 - \text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{H}_3\text{PO}_4$).

In the system $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{HNO}_3 - \text{H}_2\text{O}$, we used nitric acid with a concentration of 55 wt%. With the addition of urea, an instant increase in temperature from 25°C to 33°C was observed in a time of 0.13 sec, and by $\tau = 81$ sec the temperature had already reached 73°C after which it went down to 66°C , while the duration of the entire process was 183 sec. In contrast to the formation of a precipitate in the first system ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{H}_3\text{PO}_4 - \text{H}_2\text{O}$), in this system an instantaneous formation of a crystalline mass occurs.

In fig. 2 shows an X-ray diffraction pattern of crystals obtained in this system.

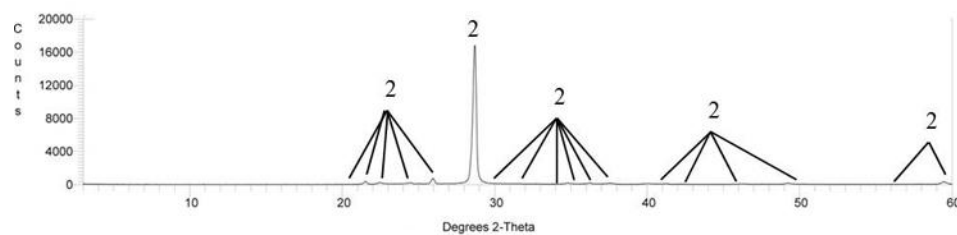


Fig. 2. X-ray diffraction pattern of a crystalline precipitate formed in the system $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-HNO}_3\text{-H}_2\text{O}$

Graphical analysis of fig. 2, based on the interpretation according to the data of the interplanar distance (d (Å)) and angle (2θ), which are characteristic for each substance, showed that the reaction product in this system is carbamide nitrate ($2\text{-CO}(\text{NH}_2)_2\cdot\text{HNO}_3$).

In the system $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-HNO}_3\text{-H}_3\text{PO}_4\text{-H}_2\text{O}$, carbamide was added in the ratio $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{:H}_3\text{PO}_4\text{:HNO}_3 = 1\text{:}1\text{:}0.4$. At the same time, there was a slight decrease in temperature from 25°C to 22°C in a time of 0.49 sec, which was accompanied by complete dissolution of urea in a mixture of acids, and then a slight increase in temperature from 22°C to 24°C in a time of 186 sec. The resulting transparent solution needed to be cooled to a temperature of 6°C , reached in 857 sec, while the peak of crystal formation occurred at $\tau = 180$ sec and $T = 8^\circ\text{C}$.

In fig. 3 shows an X-ray diffraction pattern of crystals obtained in this system.

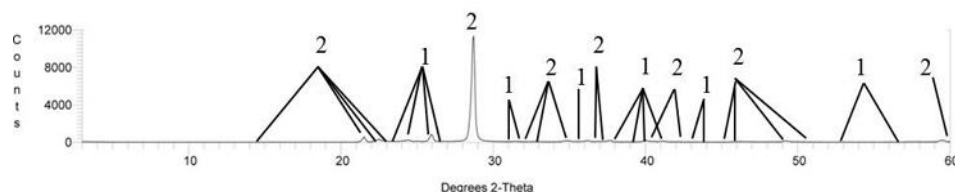


Fig. 3. X-ray diffraction pattern of a crystalline precipitate formed in the system $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-HNO}_3\text{-H}_3\text{PO}_4\text{-H}_2\text{O}$

In fig. 3 you can see the presence of two substances. Interplanar distance (d (Å)) and angle (2θ), which are characteristic for each substance, confirmed the formation of carbamide phosphate and nitrate: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\cdot\text{H}_3\text{PO}_4$ (1) and $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\cdot\text{HNO}_3$ (2) respectively.

1. In the system $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-H}_3\text{PO}_4\text{-Ca}(\text{NO}_3)_2\text{-H}_2\text{O}$, the ratio of $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{:H}_3\text{PO}_4$ was maintained at 1:1. The process of dissolution of urea, accompanied by the formation of a precipitate, proceeded in a time of 432 sec, while a slight change in temperature was observed: first, a decrease from 25°C to 24°C (in a time of 120 sec), and then an increase to 26°C . The resulting solution was subjected to additional cooling to a temperature of 15°C .

In fig. 3 shows an X-ray diffraction pattern of crystals obtained in this system.

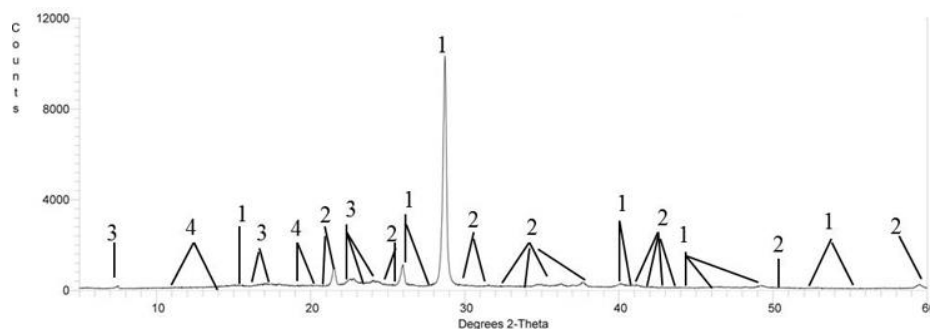


Fig. 4. X-ray diffraction pattern of a crystalline precipitate formed in the system $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{H}_3\text{PO}_4 - \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 - \text{H}_2\text{O}$

After analyzing the X-ray diffraction pattern in fig. 4, the presence of four substances in the sediment was found, which was confirmed as a result of decoding the data on the interplanar distance (d (Å)) and angle (2θ) characteristic of each substance. It was found that carbamide phosphate (1 - $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{H}_3\text{PO}_4$), carbamide nitrate (2 - $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{HNO}_3$), monocalcium phosphate (3 - $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) and calcium tetracarbamide nitrate (4 - $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2$).

2. The interaction of carbamide with the rest of the components in the system $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{H}_3\text{PO}_4 - \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 - \text{HNO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ occurred at a ratio of $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 : \text{H}_3\text{PO}_4 : \text{HNO}_3 = 1 : 1 : 0.4$. When carbamide was added to a mixture of calcium nitrate with phosphoric and nitric acids, the temperature abruptly dropped from 25°C to 23°C (in a time of 0.08 sec), and then a rapid increase in temperature to 29°C (in a time of 127.2 sec). In this case, the precipitate began to form after 20 seconds. The entire process of interaction took place in a time of 210 seconds, while the temperature dropped to 28°C .

In fig. 5 shows an X-ray diffraction pattern of crystals obtained in this system.

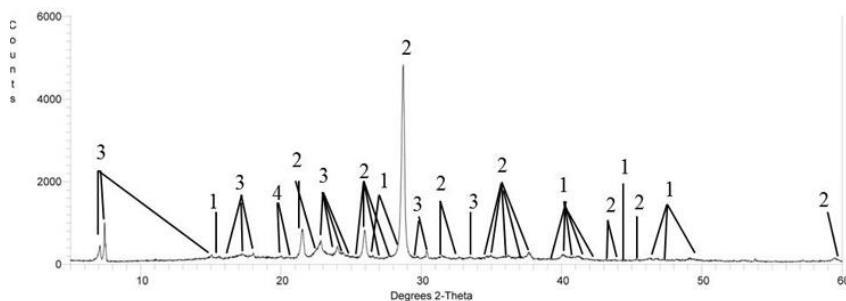


Fig. 5. X-ray diffraction pattern of a crystalline precipitate formed in the system $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{H}_3\text{PO}_4 - \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 - \text{HNO}_3 - \text{H}_2\text{O}$

Fig. 5 it follows that in this system 4 reaction products are formed. Having deciphered this X-ray diffraction pattern from the data of the interplanar distance (d (Å)) and angle (2θ), it was found that carbamide phosphate (1 - $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{H}_3\text{PO}_4$), carbamide nitrate (2 - $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{HNO}_3$), monocalcium phosphate (3 - $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) and tetracarbamide calcium nitrate (4 - $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2$)

Thus, multicomponent systems in the production of complex NPCa fertilizers were investigated, which consist of chemically pure substances: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, H_3PO_4 , HNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ and H_2O . With the help of X-ray analysis, the composition and mechanism of interaction of urea with the rest of the mixture components was established, which fully coincided with our assumptions in the previous work [1].

Литература

1. Вецнер Ю.И. Термодинамическая оценка процесса взаимодействия карбамида с продуктами азотнокислотного разложения низкосортного фосфорита в технологии NP-удобрений / Ю.И. Вецнер, А.С. Савенков, И.С. Белогур // Вопросы химии и химической технологии. – Днепропетровск: УДХТУ, 2014. – № 1. – С. 95–97.
2. Вецнер Ю.И. Исследование систем “карбамид-азотнокислотная вытяжка” / Ю.И. Вецнер, А.С. Савенков, И.С. Белогур // Праці Одеського політехнічного університету. – Одеса, 2013. – Вип. 3(42). – С. 227–229.
3. Вецнер Ю.И. Исследование процесса получения фосфата карбамида / Ю.И. Вецнер // Вісник НТУ “ХПІ”. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2017. – № 23. – С. 137–143.

БАГАТОКОМПОНЕНТНІ СИСТЕМИ У ВИРОБНИЦТВІ КОМПЛЕКСНИХ NPCa-ДОБРИВ

Авіна С.І., Вецнер Ю.І.

Одним з перспективних напрямків переробки низькоякісних фосфоритів можна вважати азотно-кислотний розпад. Перспективність цього методу полягає в можливості комплексної переробки фосфатного сировини незалежно від якості вихідного фосфориту по безвідходній технології. Створення мінеральних добрив, що містять крім головних поживних елементів - азоту, фосфору і калію, а додаткового - кальцію, з використанням карбаміду через його здатності утворювати комплексні сполуки практично з усіма неорганічними кислотами і солями, сприяє отриманню комплексних добрив з різними формами поживних речовин.

Ключові слова: комплексні добрива, карбамід, нітрат кальцію, комплексна переробка.

МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПЛЕКСНЫХ NPCa-УДОБРЕНИЙ

Авина С.И., Вецнер Ю.И.

Одним из перспективных направлений переработки низкокачественных фосфоритов можно считать азотнокислотное разложение. Перспективность этого метода заключается в возможности комплексной переработки фосфатного сырья независимо от качества исходного фосфорита по безотходной технологии. Создание минеральных удобрений

ний, содержащих помимо главных питательных элементов – азота, фосфора и калия, а дополнительного – кальция, с использованием карбамида из-за его способности образовывать комплексные соединения практически со всеми неорганическими кислотами и солями, способствует получению комплексных удобрений с различными формами питательных веществ.

Ключевые слова: комплексные удобрения, карбамид, нитрат кальция, комплексная переработка.

MULTICOMPONENT SYSTEMS IN THE PRODUCTION OF COMPLEX NPCa-FERTILIZERS

Avina S. I., Vetsner Yu. I.

Nitric acid decomposition can be considered one of the promising directions for processing low-quality phosphorites. The prospect of this method lies in the possibility of complex processing of phosphate raw materials, regardless of the quality of the original phosphorite, using waste-free technology. The creation of mineral fertilizers containing, in addition to the main nutrients - nitrogen, phosphorus and potassium, and additional - calcium, using carbamide, due to its ability to form complex compounds with almost all inorganic acids and salts, contributes to the production of complex fertilizers with various forms of nutrients.

Keywords: complex fertilizers, urea, calcium nitrate, complex processing.

ОЦІНКА СТАНУ МАСИВІВ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД БАСЕЙНУ СІВЕРСЬКОГО ДІНЦЯ ЗА ДАНИМИ ГІДРОМОРФОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

Мохонько В. І., Бербенець І. Ф., Новікова А. М.

Оцінка екологічного стану поверхневих вод, яка сьогодні застосовуються в Україні, ґрунтується, перш за все, на результатах гідрохімічного моніторингу, тобто на визначенні гідрохімічного стану водних об'єктів. В країнах Європейського Союзу протягом останніх років відбувся перехід до оцінки екологічного стану водних об'єктів, насамперед, у відповідності з біологічною складовою. Важливими складовими екологічної оцінки стану водних об'єктів поряд з біологічною складовою є фізико-хімічна, а також гідроморфологічна складові. Незважаючи на достатній вітчизняний досвід у галузі гідроморфології річок, в Україні не розроблена методика екологічної оцінки стану масивів поверхневих вод, яка враховувала б гідроморфологічну складову. Тому нагальною є потреба в розробці національних методичних підходів щодо визначення гідроморфологічних параметрів масивів поверхневих вод та використання гідроморфологічних показників при визначенні екологічного стану водних об'єктів.

Метою досліджень була апробація національної методики гідроморфологічного моніторингу масивів поверхневих вод категорії «Річки», її критичний аналіз та розробка пропозицій щодо її вдосконалення. Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні завдання: провести гідроморфологічний моніторинг масивів поверхневих вод басейну річки Сіверський Донець, виконати гідроморфологічну оцінку стану річок басейну та оцінити репрезентативність гідроморфологічних показників для подальшого встановлення екологічного стану масивів поверхневих вод.

Методика гідроморфологічного моніторингу масивів поверхневих вод категорій «Річки» та «Озера», затверджена наказом Українського гідрометеорологічного Центру ДСНС України №23 від 19.02.2019 року, ґрунтується на положеннях керівного стандарту з визначення ступеню модифікації гідроморфології річок EN 15843:2010 [1], який був розроблений Технічним Комітетом CEN/TC 230 "Water analysis". Слід зазначити, що в країнах Європейського Союзу застосовуються й інші стандарти та національні методики (зокрема, в Словаччині, Німеччині, Австрії). В Україні раніше також було проведено апробацію керівного стандарту 2010 р., але отриманої інформації для розуміння об'єктивності отриманих даних виявилось недостатньо.

Гідроморфологічний моніторинг, як невід'ємна складова державного моніторингу вод, почав здійснюватися в Україні з 2019 року на масивах поверхневих вод окремих річкових басейнів, а саме - на масивах поверхневих вод району басейну річки Дон [2], для якої було розроблено програму моніторингу, яка вклю-

чає визначення гідроморфологічних, біологічних, фізико-хімічних, хімічних (пріоритетних) та басейново-специфічних показників.

В рамках цієї програми Луганською центральною лабораторією був проведений гідроморфологічний моніторинг масивів поверхневих вод басейну річки Сіверський Донець на території Луганської області. Річка Сіверський Донець має транскордонний характер та є одним із найважливіших природно-господарських об'єктів України. Це робить басейн річки Сіверський Донець вдалим полігоном для відпрацювання методичних та методологічних засад гідроморфологічного моніторингу і гідроморфологічної оцінки річок та їх гармонізації з європейськими нормами, Актуальність проведення екологічної оцінки стану поверхневих водних масивів басейну Сіверського Дінця обумовлена необхідністю виявлення сучасних тенденцій змін екологічного стану річки, пов'язаних зі змінами кліматичних умов формування стоку, природної водності річок, скороченням масштабів виробництва, і разом з тим – зростанням об'ємів скиду неочищених вод через застаріле обладнання.

Для проведення гідроморфологічного моніторингу в межах Луганської області було виділено 12 масивів поверхневих вод. Всі вони відносяться до категорії «Річки». З виділених масивів поверхневих вод один було вилучено і віднесено до істотно змінених під час визначення основних антропогенних навантажень і їх впливів на стан поверхневих вод та оцінки ризику недосягнення ними екологічних цілей. Віднесення масиву поверхневих вод до істотно зміненого означає, що він має поганий або дуже поганий стан за гідроморфологічними показниками, що унеможливило проведення моніторингу цього масиву.

На виділених масивах поверхневих вод було обрано 15 ділянок обстеження. Вони обирались таким чином, щоб місця визначення гідроморфологічних показників співпадали з місцями, де відбираються гідробіологічні та хімічні проби. За допомогою програмного забезпечення ArcGis та Google Earth були отримані та в цифровому форматі нанесені на масиви поверхневих вод координати ділянок обстеження. На місцевості координати початку та кінця ділянки обстеження визначались за допомогою пристрою GPS. Довжину ділянки обстеження визначали, виходячи із ширини русла, яку виміряли за допомогою програми Google Earth.

Гідроморфологічний моніторинг було проведено згідно двох видів протоколів: дослідження місцевості та оцінки гідроморфологічного стану. Протокол дослідження місцевості включає визначення наступних параметрів: географічне місцезнаходження річки, параметри її русла та долини, характеристика при береговій зоні та заплави, характеристики річкового басейну, гідрологічні параметри. Протокол гідроморфологічної оцінки налічує 16 параметрів, які характеризують порушення безперервності потоку води та середовищ, зміну водного режиму та морфологічні зміни.

Для детального вивчення масивів поверхневих вод використовувались також багаторічні дані моніторингу суб'єктів державного моніторингу вод (Держводагенства та Гідрометслужби ДСНС), отримані на конкретних створах у межах МПВ, основні гідрологічні характеристики річки, на якій проводиться моніторинг та інші матеріали.

Для всіх масивів поверхневих вод в річковому басейні була проведена гідроморфологічна оцінка за методикою. Вона заснована на принципі, за яким найвища якість досягається при максимально можливому наближенні гідроморфологічних умов до референційних, тобто таких, які могли б існувати за відсутності антропогенного впливу.

За результатами гідроморфологічного моніторингу було проведено аналіз репрезентативності показників, в результаті чого деякі з них були вилучені з протоколу оцінки гідроморфологічного стану. Зокрема, після заповнення оціночних протоколів було визначено, що такі показники, як: 5б – Вплив змін, які відбулися на водозаборі, на природний характер стоку, 9а - Рослинний покрив заплави, 10а – Можливість затоплення заплави, погіршують клас гідроморфологічного стану масивів поверхневих вод. Вилучення цих показників дозволило віднести всі 11 масивів повневерхових до 1 класу (близькі до природного).

Практичне застосування методики гідроморфологічної оцінки масивів поверхневих вод басейну річки Сіверський Донець дозволило розробити ряд рекомендацій для врахування при проведенні відповідних досліджень на території інших річкових басейнів України.

Зокрема рекомендовано:

- врахувати пропозиції щодо вибраковування 4-ох показників (3а – Структура водної рослинності; 3б – Поширення решток дерев; 4а – Наявність руслових форм; 5в – Вплив щоденних коливань рівнів та витрат води). При цьому пропонується залишити право оцінювання цих показників на окремих водних басейнах із врахуванням місцевої специфіки;

- внести пояснення до Методики гідроморфологічного моніторингу масивів поверхневих вод для кращого розуміння показників, що оцінюються.

Серед заходів, спрямованих на збереження та покращення гідроморфологічного стану запропоновано два підходи. Для «відмінного» та «доброго» класу наведено обґрунтовані заходи з підтримки та збереження цих класів та недопущення їх погіршення. Для «задовільного» та гірших класів пропонуються заходи з відтворення або покращення гідроморфологічного стану річок.

Література

1. EN 14614:2004. Water Quality. Guidance Standard for assessing the hydromorphological features of rivers / CEN, European Committee for Standardization. — Brussels : CEN, European Committee for Standardization, 2005 — 24 p.
2. Гідроморфологічна оцінка масивів поверхневих вод району басейну річки Дон. Звіт. — Київ, 2019. — 25 с.

ОЦІНКА СТАНУ МАСИВІВ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД БАСЕЙНУ СІВЕРСЬКОГО ДІНЦЯ ЗА ДАНИМИ ГІДРОМОРФОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

Мохонько В. І., Бербенець І. Ф., Новікова А. М.

З метою апробації національної методики гідроморфологічного моніторингу масивів поверхневих вод категорії «Річки» був проведений гідроморфологічний моніторинг

масивів поверхневих вод басейну річки Сіверський Донець. Для проведення гідроморфологічного моніторингу в межах Луганської області було виділено 12 масивів поверхневих вод та обрано 15 ділянок обстеження. Для 11 масивів поверхневих вод була проведена гідроморфологічна оцінка, відповідно до якої всі досліджені масиви були віднесені до 1 класу (близькі до природного). Практичне застосування методики гідроморфологічної оцінки масивів поверхневих вод дозволило розробити рекомендації для її вдосконалення методики та врахування при проведенні відповідних досліджень на території інших річкових басейнів України.

Ключові слова: річка, масиви поверхневих вод, гідроморфологічний моніторинг, ділянка обстеження, гідроморфологічні показники, екологічна оцінка.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ МАССИВОВ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БАСЕЙНА СЕВЕРСКОГО ДОНЦА ПО ДАННЫМ ГИДРОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Мохонько В. И., Бербенец И. Ф., Новикова А. Н.

С целью апробации национальной методики гидроморфологического мониторинга массивов поверхностных вод категории «Реки» был проведен гидроморфологический мониторинг массивов поверхностных вод бассейна реки Северский Донец. Для проведения гидроморфологического мониторинга в пределах Луганской области было выделено 12 массивов поверхностных вод и выбрано 15 участков обследования. Для 11 массивов поверхностных вод была проведена гидроморфологическая оценка, согласно которой все исследованные массивы были отнесены к 1 классу (близкие к естественному). Практическое применение методики геоморфологической оценки массивов поверхностных вод позволило разработать рекомендации для ее усовершенствования и учета при проведении соответствующих исследований на территории других речных бассейнов Украины.

Ключевые слова: река, массивы поверхностных вод, гидроморфологический мониторинг, участок обследования, гидроморфологические показатели, экологическая оценка.

ASSESSMENT OF THE STATE OF SURFACE-AQUATIC MASSES OF THE NORTHERN DONETSK BASIN ACCORDING TO THE RESULTS OF HYDROMORPHOLOGICAL MONITORING

Mokhonko V. I., Berbenets I. F., Novikova A. M.

In order to test the national method of hydromorphological monitoring of surface water massifs of the category «Rivers», hydromorphological monitoring of surface water massifs of the Seversky Donets river basin was carried out. For hydromorphological monitoring within Luhansk region, 12 massifs of surface waters were identified and 15 survey sites were selected. For 11 massifs of surface waters, a hydromorphological assessment was performed, according to which all the studied massifs are classified as class 1 (close to natural). The practical application of the method of hydromorphological assessment of surface water massifs of the Seversky Donets river basin allowed to develop recommendations that should be taken into account when conducting relevant research on the territory of other river basins of Ukraine.

Keywords: river, surface water massifs, hydromorphological monitoring, survey area, hydromorphological indicators, ecological assessment.

КОНСТРУКЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ОЗОННИХ СИНТЕЗІВ ПІРИДИНДИКАРБОНОВИХ КИСЛОТ І ПІРИДИН-N-ОКСИДІВ

Шаповалова І. М.

Сфера використання озону розширюється і масштаби досліджень в області хімії і технології озону збільшуються швидкими темпами. Це пов'язано з високою окисною активністю озону. Розроблено методи синтезу багатьох ароматичних і гетероциклічних киснево-вмісних сполук: поліциклічних хіноїдних барвників, антрахінонкарбонічних кислот, оксіпохідних антрахінона [1], бензолкарбонічних кислот та їх нітропохідних [2], азол- і азін-, моно- і дикарбонічних кислот, N-оксиди піридину [3] тощо. Крім того, озон широко застосовується для очищення питних і стічних вод, газових викидів, в хімії стероїдів, фармацевтичних препаратів, в медицині.

Далі наведені найбільш цікаві з описаних в літературі процеси органічного синтезу киснево-вмісних сполук за участю озону або видаються вельми перспективними для промислового використання та запропоновані конструкційні матеріали щодо забезпечення апаратурного оформлення синтезів.

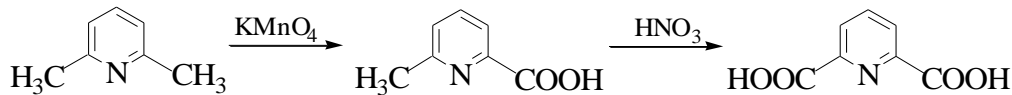
Отримання і застосування піридиндикарбонічних кислот і піридин-N-оксидів. Всі піридиндикарбонічні кислоти в нормальних умовах являють собою білі кристалічні речовини, досить добре розчинні у воді. Найбільш цінними з них є нікотинова, ізонікотинова, ізоцінхомерова і дипіколінова кислоти.

Нікотинова кислота. Нікотинова кислота і її амід являють собою різні форми вітаміну РР і застосовується як лікарський засіб, а також у великих кількостях для вітамінізації харчових продуктів і кормів для худоби. Зазвичай її отримують окисленням 3-метилпіридину перманганатом калію або азотною кислотою. Обидва методи характеризуються утворенням великої кількості відходів, а азотнокислотний метод – високою вибухонебезпечністю. Близько 50 років тому була зроблена спроба отримання нікотинової кислоти окислювальним амонілізом 3-метилпіридину під високим тиском [4], проте ця технологія не була реалізована. Деяко пізніше були розроблені проектні рекомендації і випробувана технологія отримання нікотинової кислоти каталітичним окисленням 3-метилпіридину озоном в сірчанокислому розчині. Ці роботи стимулювали корозійні дослідження і пошук стійких в цих середовищах конструкційних сталей [3].

Ізонікотинова кислота. Вона застосовується в основному для синтезу протитуберкульозних препаратів (ізоніазид, тубазид і ін.). В даний час в промисловості її одержують дуже складним шляхом з 4-метилпіридину, перетворюючи його по реакції з формаліном в триметилпохідні з подальшим його окисленням азотною кислотою. За цією технологією на одну тону ізонікотинової кислоти утворюється близько 80 м³ нітратовмісних стічних вод. Для хіміко-фармацевтичного комбінату «Акрихін» її було запропоновано отримувати так

само, як і нікотинову кислоту, шляхом каталітичного окислення 4-метилпіридину озonom в сірчаноокислом розчині. Це послужило обґрунтуванням вивчення корозійної поведінки конструкційних матеріалів для забезпечення апаратурного оформлення даних процесів. Вивчено вплив озону і метилпіридину на корозійно-електрохімічну поведінку вуглецевих сталей (Ст.3, 09Г2С), хромонікелевої сталі 10Х17Н13М2Т і сплаву 06ХН28НДТ в 70%-вій сірчаній кислоті. Дослідження показали, що сплав 06ХН28МДТ в реальних умовах синтезу нікотинових кислот демонструє високу корозійну стійкість [5].

Дипіколінова кислота. Застосовується для синтезу лікарських засобів групи дикаліна і є цінною сировиною для отримання поліефірних смол, що володіють високою радіаційною стійкістю. Її отримують з 2,6-диметилпіридину в дві стадії окислення перманганатом калію і азотною кислотою:



В укрупнених лабораторіях на хіміко-фармацевтичному комбінаті «Акрихін» перевірений метод окислення 2,6-диметилпіридину озonom в 5%-ому розчині оцтової кислоти в присутності пірофосфатів при температурах 0–5°C.

Аналіз наведених експериментальних даних по корозійній та електрохімічній поведінці алюмінію АД0, сталей Ст.3, 09Г2С і 08Х17Т дає можливість практично однозначно оцінити їх корозійну стійкість в реакційному середовищі синтезу дипіколінової кислоти.

На реальних реакційних масах дослідно-промислового синтезу дипіколінової кислоти озонуванням 2,6-диметилпіридину в присутності пірофосфату марганцю проведено вивчення корозійно-електрохімічної поведінки матеріалів на всіх стадіях синтезу і показано, що в процесі озонування потенціали корозії алюмінію АД0 і сталі 08Х17Т збільшуються і електрохімічний процес контролюється катодними реакціями.

Гомологи піридин-N-оксиду (піридин-N-оксиди). У сухому вигляді вони представляють собою досить гігроскопічні кристалічні порошки. Широко застосовуються в препаративному органічному синтезі. Їх зазвичай отримують окисленням надоцтовою кислотою в концентрованому розчині оцтової кислоти або в оцтовому ангідриді. Технологія дуже складна через труднощі виділення кінцевих продуктів.

В останні роки N-оксиди піридину (особливо його 4-метилпохідні) знаходять застосування як ефективні стимулятори росту в сільському господарстві. Для обґрунтованого підбору конструкційного матеріалу була вивчена корозійна та електрохімічна поведінка конструкційних матеріалів (таких як: алюмінію АД0, сталей Ст.3, 09Г2С і 08Х17Т в озонованих оцтовокислих і в фосфатних рН 7 буферних розчинах) на всіх етапах технологічного процесу від стадії приготування реакційного розчину і до завершення синтезу [5]. Встановлено, що в озонвмісних розчинах потенціал корозії цих матеріалів збільшується порівняно з

таким в фонових розчинах, що особливо помітно на алюмінії і сталі 08Х17Т; цей ефект пояснюється не тільки полегшенням катодного процесу за рахунок високої окислювальної активності озону, а й протіканням анодних процесів з його участю.

Література

1. Якоби В.А. Окисление ароматических соединений озоном / Дис. ... докт. хим. наук: 05.17.05. – Защищена 22.09.82. М., МХТИ. – 330 с.
2. Галстян Г.А. Реакция алкилбензолов и их кислородсодержащих производных с озоном / Дис. ... докт. хим. наук: 22.00.03. – Защищена 04.12.92. Львов. – 368 с.
3. Тюпало Н.Ф. Реакции гетаренов с озоном // Дис. ... докт. хим. наук: 05.17.05. – Защищена 27.11.83. М., МХТИ. – 361 с.
4. Тюпало Н.Ф. Жидкофазное каталитическое окисление метилпиридинов / Дис. ... канд. техн. наук: 05.17.05. – Защищена 07.05.71. Харьков, ХПИ. – 118 с.
5. Шаповалова І.М. Коррозионное поведение конструкционных материалов для оборудования озонных синтезов кислородсодержащих производных пиридина / Дис. ... канд. техн. наук: 05.17.14. – Защищена 07.11.07. Київ, КПИ. – 137с.

КОНСТРУКЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ОЗОННИХ СИНТЕЗІВ ПИРИДИНДИКАРБОНОВИХ КИСЛОТ І ПИРИДИН–N–ОКСИДІВ

Шаповалова І. М.

Сфера використання озону розширюється і масштаби досліджень в області хімії і технології озону збільшуються швидкими темпами. Це пов'язано з високою окисною активністю озону. Розроблено методи синтезу багатьох ароматичних і гетероциклічних ксиновмісних сполук: поліциклічних хіноїдних барвників, антрахінонкарбоніових кислот, оксіпохідних антрахінона, бензолкарбоніових кислот і їх нітропохідних, азол– і азін–, моно– і дикарбоніових кислот, N–оксиди піридину та ін. сполук. Крім того, озон широко застосовується для очищення питних і стічних вод, газових викидів, в хімії стероїдів, фармацевтичних препаратів, в медицині.

Ключові слова: озон, арилкарбоніові кислоти, конструкційні матеріали.

КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ОЗОННЫХ СИНТЕЗОВ ПИРИДИНДИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ И ПИРИДИН–N–ОКСИДОВ

Шаповалова И. Н.

Сфера использования озона расширяется и масштабы исследований в области химии и технологии озона увеличиваются быстрыми темпами. Это связано с высокой окислительной активностью озона. Разработаны методы синтеза многих ароматических и гетероциклических кислородсодержащих соединений: полициклических хиноидных красителей, антрахинонкарбоніовых кислот, оксипроизводных антрахинона, бензолкарбоніовых кислот и их нитропроизводных, азол– и азін–, моно– и дикарбоніовых кислот, N–оксидов пиридина и др. соединений. Кроме того, озон широко применяется для очистки питьевых и сточных вод, газовых выбросов, в химии стероидов, фармацевтических препаратов, в медицине.

Ключевые слова: озон, арилкарбоніовые кислоты, конструкционные материалы.

CONSTRUCTION MATERIALS OF OZONE SYNTHESSES OF PYRIDINEDICARBONIC ACIDS AND PYRIDINE-N-OXIDES

Shapovalova I.

The use of ozone is expanding and the scope of research in the field of ozone chemistry and technology is increasing rapidly. This is due to the high oxidative activity of ozone. Methods have been developed for the synthesis of many aromatic and heterocyclic oxygen-containing compounds: polycyclic quinoid dyes, anthraquinone carboxylic acids, hydroxy derivatives of anthraquinone, benzene carboxylic acids and their nitro derivatives,azole and azine, mono- and dicarboxylic acids, N-oxides of pyridine and other compounds. In addition, ozone is widely used for the purification of drinking and waste water, gas emissions, in the chemistry of steroids, pharmaceuticals, and medicine.

Keywords: ozone, arylcarboxylic acids, construction materials.

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВОДОЙМ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Архипова В. В., Хлопицький О. О., Скиба М. І.

У теперішній час однією з найважливіших проблем людства є проблема наявності чистої питної води. І Україна, і Дніпропетровська область не є виключенням. Тому метою цієї роботи було визначення навантаження на водойми Дніпропетровської області та масштабів їх забруднення.

За територіальним місцезнаходженням Дніпропетровська область належить до Центрального регіону країни. До водного фонду області належать [1, 2]: ріки, озера, водосховища, болота; прибережні захисні смуги вздовж річок та навколо водойм, крім земель, зайнятих лісами; гідротехнічні, інші водогосподарські споруди та канали, а також землі, виділені під смуги відведення для них; берегові смуги водних шляхів.

Незважаючи на те, що Дніпро, який протікає через територію області, є однією з найбільших річок у Європі (2201 км – загальна довжина та 1121 км – на території України) і має велику площу басейну (504 тис. км² – загальна та 293 тис. км² – на території країни), містить Дніпровське водосховище (400 км²), територія Дніпропетровської області відноситься до найменш забезпечених водою частин України (62,3 тис. м³/(рік км²)). Це у 4,7 рази менше у порівнянні з найбільш забезпеченим Західним регіоном (291,5 тис. м³/(рік км²)), де потреби у воді найменші. Та приблизно у 20 разів менше, ніж найбільш забезпечена водою Закарпатська область (620 тис м³/(рік км²)) (рис. 1).

Обсяги споживання води у нашій області знаходяться серед четвірки найбільших споживачів серед областей України і складають 1033 млн. м³.

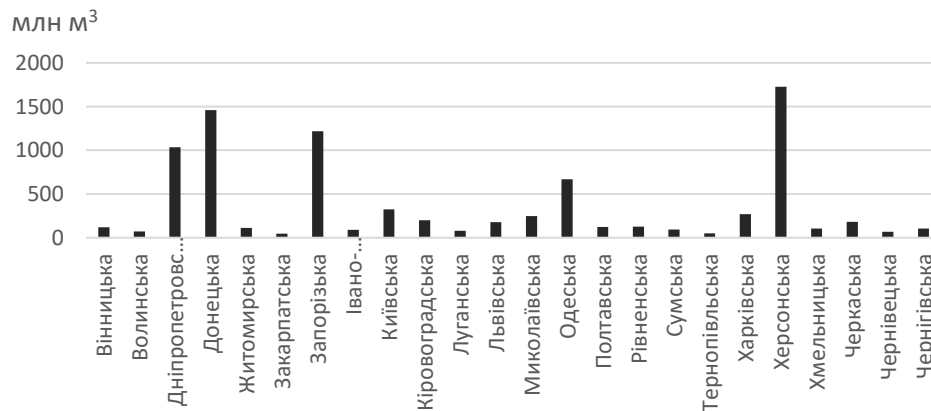


Рис. 1. Кількість води, яка була взята з природних водойм, млн м³/рік

У Донецькій області – 1458, Запорізькій – 1218, Херсонській – 1727 млн м³. Таким чином, споживається 11% від загальної кількості води в Україні [3]. Із забраної з водних джерел води 84% складає вода поверхневих джерел і лише 15% води отримується з підземних джерел (рис. 2).

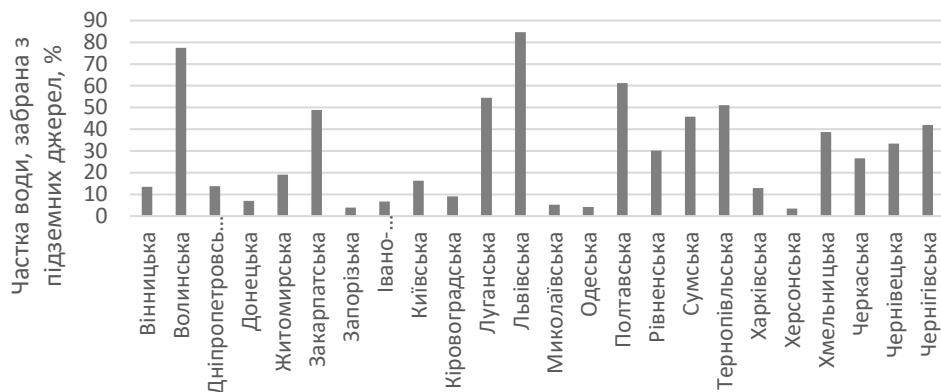


Рис. 2. Частка води, забрана з підземних джерел водопостачання в Україні

Вилучена з водних об'єктів вода використовується на питні та санітарно-гігієнічні потреби, зрошення сільськогосподарських полів, промислові потреби (теплоелектростанції, підприємства чорної металургії).

Кількість води, отриманої на одного мешканця області, з роками зменшується, незважаючи на зменшення кількості населення, хоча знаходиться на третьому місці (319,7 м³) серед інших областей після Запорізької (703,5) та Херсонської (1634,1).

Велика кількість водних ресурсів втрачається при їх транспортуванні до місця споживання, і ці втрати у малозабезпечених водою областях є найбільшими (рис. 3).

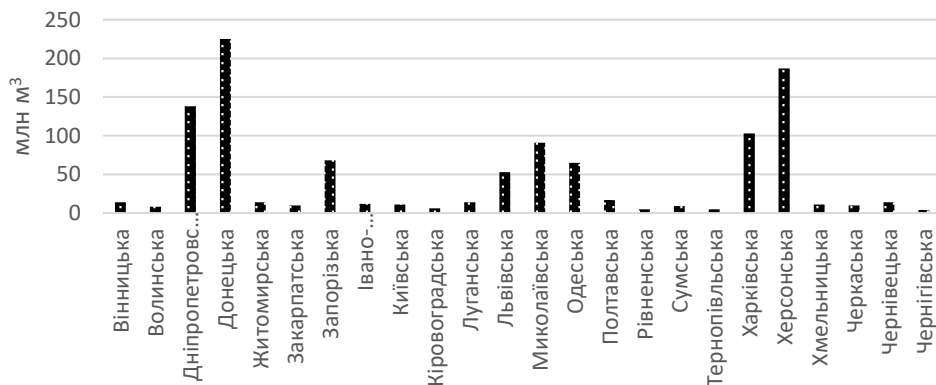


Рис. 3. Втрати води при транспортуванні з місць забору до використання

Так, Дніпропетровська область заходила на третьому місці по втраті води – 138 млн м³ (після Донецької 225 млн м³ та Херсонської 187 млн м³).

Зі скинутими зворотними водами у басейн та русло ріки Дніпро потрапляють велика кількість домішок, що є небезпечними (рис. 4, а, б).

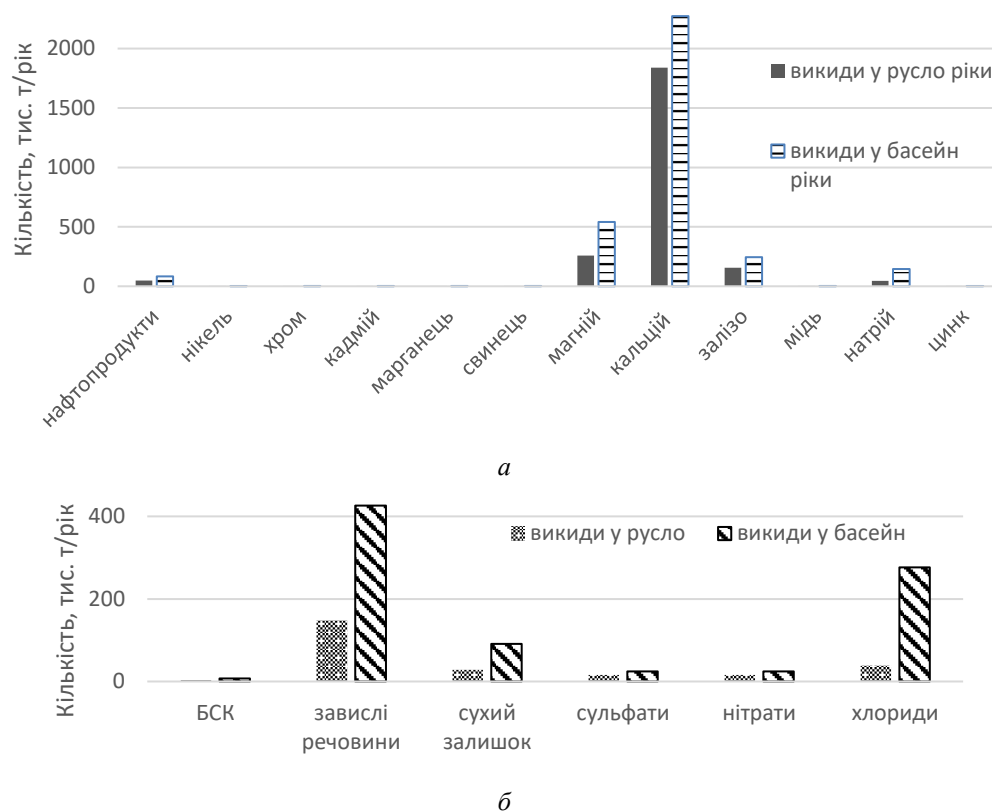


Рис. 4. Викиди у русло та басейн р. Дніпро

Таким чином, найважливішими проблемами Дніпропетровської області є: недостатня забезпеченість водними ресурсами, втрати води при транспортуванні води до місць споживання, викиди підприємствами хімічних речовин, деградація водойми.

Для вирішення цих проблем пропонується: використання оборотного водоспоживання в усіх галузях промисловості; контроль за переміщенням води по території області та шляхами її використання; державний контроль за викидами у водойми, створення законодавчої бази; басейновий принцип керування водними ресурсами.

Література

1. Водний кодекс України: прийнятий Верховною Радою України від 06.06.1995 р. № 213/95-ВР // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 1995. – № 24. – Ст. 189.

2. Земельний кодекс України: прийнятий Верховною Радою України від 25.10.2001 р. № 132/94-ВР // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2002. – № 3-4. – Ст. 27.
3. Статистичний збірник «Довкілля України» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ : Державна служба статистики України, 2018. – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/11/zb_du2017.pdf

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВОДОЙМ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Архипова В. В., Хлопицький О. О., Скиба М. І.

Важливим питанням, що потребує вирішення, є отримання питної води достатньої якості та кількості. За даними статистики, Дніпропетровська область отримує недостатню кількість води, значна частина якої втрачається під час транспортування; велика кількість води забруднена хімічними речовинами. Стратегічним напрямком водокористування є оборотне водокористування і комплексне державне керування.

Ключові слова: екологічні проблеми, питна вода, водоспоживання, втрати води.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДОЕМОВ ДНЕПРОПЕТРОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Архипова В. В., Хлопицкий А. А., Скиба М. И.

Важным вопросом, требующим решения, является получение питьевой воды достаточного качества и количества. По данным статистики, Днепропетровская область получает недостаточное количество воды, значительная часть которой теряется при транспортировке; большое количество воды загрязнено химическими веществами. Стратегическим направлением водопользования является обратимое водопользование и комплексное государственное управление.

Ключевые слова: экологические проблемы, питьевая вода, водопотребление, потери воды.

ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF WATER BODIES OF THE DNEPROPETROVSK REGION AND WAYS OF THEIR SOLUTION

Arkhytova V. V., Khlopytskyi O. O., Skiba M. I.

An important issue that needs to be addressed is obtaining drinking water of sufficient quality and quantity. According to statistics, the Dnipropetrovsk region receives a shortage of water, a significant part of which is lost during transportation; a large amount of water is contaminated with chemicals. The strategic direction of water use is reversible water use and integrated state management.

Keywords: environmental problems, drinking water, water consumption, water losses.

ВИСНОВКИ

Коллективна монографія «Сучасні технології в науці та освіті» охоплює питання застосування та розробки сучасних технологій орієнтованих на створення матеріальних та інформаційних продуктів в різних сферах виробництва, освіти та науки. В колективній монографії досліджено формування перспективних науково-технічних та технологічних розробок, інноваційних проектів за наступними напрямками: будівництво та архітектура; комп'ютерні науки, інженерія та кібербезпека; транспорт та логістика; матеріалознавство, фізика, електрична інженерія; машинобудування, хімічні технології, інженерія, екологія та екологічна безпека; вища освіта.

Коллективна монографія складається з чотирьох розділів, які охоплюють застосування сучасних технологій у різних сферах людської діяльності. У першому розділі «Сучасні технології у будівництві та архітектурі» розглянуто актуальні питання у галузі будівництва та містобудування, а саме: сучасні BIM-технології, перспективні напрямки благоустрою територій та фактори, що впливають на вартість житла, новітні енергоефективні матеріали та технології. В розділі «Сучасні технології в освітньому процесі та комп'ютерній інженерії» розглянуті такі актуальні питання, як професійний конкурс в умовах навчального процесу, особливості безперервної професійної педагогічної освіти, використання транспортного імітаційного моделювання в навчальному процесі, математичні та статистичні методи для вирішення практичних задач в різних сферах сучасного цифрового світу, алгоритми машинного навчання та штучного інтелекту, методи аналізу даних та їх організація. Проблеми розвитку транспорту та логістики розглядалися в третьому розділі колективної монографії. В ньому визначені актуальні питання у галузі залізничного транспорту та автомобілебудування, а також логістичних перевезень як на автомобільному транспорті, так і на залізничному, а саме: підвищення безпеки конструкції котла вагон-цистерни, методологія встановлення норм часу для обробки вантажів в логістичному ланцюзі «від дверей до дверей», інноваційні концепти кузовів напіввагона, застосування водню в теплових двигунах локомотивів, дослідження зносу вуглець-вуглецевих композитних фрикційних матеріалів. Четвертий розділ «Сучасні технології в фізиці, хімії, машинобудуванні та екології» присвячений проблемам, що виникають при електроспоживанні, в стохастичних процесах оптико-електронних систем, реалізації структурованих світлових полів та голографічних пристроїв, удосконалення виробництв з урахуванням екологічних потреб регіонів і перспективні технології отримання хімічних речовин, екологічні проблеми стану поверхневих вод країни.

Розробка сучасних технологій в науці, освіті та на виробництві є актуальним завданням, що надає можливість підвищувати якість підготовки фахівців, глибину засвоєння матеріалу та широту світогляду. Використання сучасних технологій не тільки дозволяє знижувати витрати собівартості продукції і підвищу-

вати ефективність використання природних, людських та інших ресурсів, а також дозволяє поєднати людей різних спеціальностей, їх бажання працювати разом з тими, хто поділяє їхні інтереси і прагнення активно покращувати власне життя і життя людства в цілому.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

- Авіна Світлана Іванівна** – к.т.н., доц., доц. каф. хімічної технології неорганічних речовин, каталізу та екології Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (м. Харків, Україна).
E-mail: svetlanaavina@gmail.com; ORCID 0000-0002-5037-8576.
- Архипова Вікторія Вікторівна** – к.т.н., доц., доц. каф. технології неорганічних речовин та екології Українського державного хіміко-технологічного університету (м. Дніпро, Україна).
E-mail: yirt1@i.ua; ORCID 0000-0002-9722-5622.
- Аулін Дмитро Олександрович** – к.т.н., ст. викл., каф. експлуатації та ремонту рухомого складу Українського державного університету залізничного транспорту (м. Харків, Україна).
E-mail: aulin@kart.edu.ua; ORCID 0000-0002-7990-4808.
- Балковська Ганна Володимирівна** – інж. 1 кат., каф. залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: balkovska@snu.edu.ua; ORCID 0000-0002-4505-7997.
- Барбарук Віктор Миколайович** – к.т.н., доц., директор центру удосконалення освіти Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: barbaruk_v@snu.edu.ua; ORCID 0000-0001-9558-0965.
- Барбарук Ліна Вікторівна** – ст. викл. каф. комп'ютерних наук та інженерії Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: barbaruk.angelina@gmail.com; ORCID 0000-0001-6639-3001.
- Барон Тетяна Олександрівна** – магістрант каф. промислового, цивільного і міського будівництва Криворізького національного університету (м. Кривий Ріг, Україна).
E-mail: krbaron0@gmail.com; ORCID 0000-0001-6594-5126.
- Бронов Давид Геннадійович** – магістрант каф. промислового, цивільного і міського будівництва Криворізького національного університету (м. Кривий Ріг, Україна).
E-mail: bronovdavid14@gmail.com; ORCID 0000-0003-0983-3634.
- Бекшасв Олександр Янович** – д.ф.-м.н., с.н.с., зав. лаб. оптики та лазерної фізики Науково-дослідного інституту фізики Одеського національного університету імені І.І. Мечникова (м. Одеса, Україна).
E-mail: bekshaev@onu.edu.ua; ORCID 0000-0003-4153-559X.
- Бендеберя Геннадій Миколайович** – ст. викл. каф. мікроелектроніки, електронних приладів та пристроїв Харківського національного університету радіоелектроніки (м. Харків, Україна).
E-mail: hennadii.bendeberia@nure.ua; ORCID 0000-0002-0070-4927.
- Бербенець Інна Федорівна** – зав. сектору гідрології Луганського обласного центру з гідрометеорології (м. Лисичанськ, Україна).
E-mail: innafedorivna29@gmail.com; ORCID 0000-0001-9763-0348.
- Беспалов Дмитро Олександрович** – асист., асист. каф. міського будівництва Київського національного університету будівництва і архітектури (м. Київ, Україна).
E-mail: dmitry.bespalov@me.com ORCID 0000-0002-0778-5627.
- Білобородова Тетяна Олександрівна** – к.т.н., доц. каф. комп'ютерних наук та інженерії Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: beloborodova.t@gmail.com; ORCID 0000-0001-7561-7484.
- Білошицька Наталія Іванівна** – к.т.н., доц., доц. каф. будівництва, урбаністики та просторового планування Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: beloshitska@ukr.net; ORCID 0000-0002-8840-2885.

- Білошицький Микола Володимирович** – к.т.н., доц., доц. каф. будівництва, урбаністики та просторового планування Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: beloshitskiy@ukr.net; ORCID 0000-0002-9935-4161.
- Блінова Наталія Костянтинівна** – к.біол.н., доц., доц. каф. хімічної інженерії та екології Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: blinovan.k@ukr.net; ORCID 0000-0002-4997-9067.
- Булава Ярослава Володимирівна** – магістр каф. спеціалізованих комп'ютерних систем Українського державного хіміко-технологічного університету (м. Дніпро, Україна).
E-mail: bulavik87@gmail.com; ORCID 0000-0002-0981-0662.
- Бурейка Гінтаутас** – д.т.н., проф. Вільнюського технічного університету імені Гедимінаса (м. Вільнюс, Литва).
E-mail: gintautas.bureika@vgtu.lt; ORCID 0000-0003-3934-0005.
- Вакулік Марина Михайлівна** – асп. каф. залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: vakulik@ukr.net; ORCID 0000-0002-0081-1271.
- Василенко Наталія Панасівна** – к.ф.-м.н., доц., доц. каф. технічних систем та інформатики Луганського національного університету імені Тараса Шевченка (м. Рубіжне, Україна).
E-mail: vasilenko_natalia@i.ua; ORCID 0000-0001-5705-1018.
- Вецнер Юлана Ігорівна** – к.т.н., асист. каф. хімічної технології неорганічних речовин, каталізу та екології Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (м. Харків, Україна).
E-mail: vetsner7@gmail.com; ORCID 0000-0002-9266-7843.
- Вещев Володимир Євгенович** – ст. викл. каф. інноваційних технологій дизайну архітектурного середовища Харківського національного університету будівництва та архітектури (м. Харків, Україна).
E-mail: vladimir.veshev@gmail.com; ORCID 0000-0002-6097-8022.
- Герліці Юрай** – проф., зав. каф. транспорту та підйомно-транспортних машин Жилінського університету в Жиліне (м. Жиліна, Словачька республіка).
E-mail: juraj.gerlici@fstroj.uniza.sk; ORCID 0000-0003-3928-0567.
- Глікін Марат Аронович** – д.т.н., проф. каф. хімічної інженерії та екології Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: irene555@i.ua; ORCID 0000-0002-6502-4527.
- Глікіна Ірина Маратівна** – д.т.н., проф. каф. хімічної інженерії та екології Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: irene555@i.ua; ORCID 0000-0002-2307-1245.
- Головко Сергій Іванович** – д.т.н., проф., проф. каф. інженерної геології і геотехніки Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» (м. Дніпро, Україна).
E-mail: golovko_pgasa@gmail.com; ORCID 0000-0003-1259-6844.
- Гончаров Віталій Вікторович** – к.х.н., доц., доц. каф. медичної та біологічної фізики, медичної інформатики та біостатистики Луганського державного медичного університету (м. Рубіжне, Україна).
E-mail: milostiprosim@i.ua; ORCID 0000-0003-4861-6210.
- Горбунов Микола Іванович** – д.т.н., проф., зав. каф. залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: gorbunov0255@gmail.com; ORCID 0000-0002-8556-3392.

- Деркач Марина Володимирівна** – к.т.н., доц. каф. комп'ютерних наук та інженерії Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Сєверодонецьк, Україна).
E-mail: derkach@snu.edu.ua; ORCID 0000-0001-8977-2776.
- Діжо Ян Янович** – доц., к.т.н., доц. каф. транспорту та підйомно-транспортних машин Жилінського університету в Жиліне (м. Жиліна, Словацька республіка).
E-mail: jan.dizo@fstroj.uniza.sk; ORCID 0000-0001-9433-392X
- Дорош Максим Ігорович** – магістр Київського національного університету будівництва і архітектури (м. Київ, Україна), ТОВ «А+С Україна» (м. Київ, Україна)
E-mail: doroshmaxym@gmail.com; ORCID 0000-0003-3717-9326.
- Дубовик Денис Дмитрович** – м.н.с. Інституту технічної механіки Національної академії наук України і Державного космічного агентства України (м. Дніпро, Україна).
E-mail: denic3d@gmail.com; ORCID 0000-0002-8983-0646.
- Дубовик Тетяна Миколаївна** – ст. викл. каф. спеціалізованих комп'ютерних систем Державного вищого навчального закладу «Український державний хіміко-технологічний університет» (м. Дніпро, Україна).
E-mail: dubovyk.tatyana@gmail.com; ORCID 0000-0002-2359-2569.
- Дьомін Ростислав Юрійович** – д.т.н., в.о. директора філії Науково-дослідного та конструкторсько-технологічного інституту залізничного транспорту АТ «Укрзалізниця» (м. Київ, Україна).
E-mail: r.domin@1520mm.com; ORCID 0000-0002-2283-8360.
- Дьомін Юрій Васильович** – д.т.н., проф., проф. каф. залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Сєверодонецьк, Україна).
E-mail: domin1520.1435mm@gmail.com; ORCID 0000-0002-0226-2851.
- Єжов Павло Валентинович** – к.ф.-м.н., с.н.с. відділу когерентної і квантової оптики Інституту фізики НАН України (м. Київ, Україна).
E-mail: yezhov@iop.kiev.ua; ORCID 0000-0002-1575-138X.
- Загорський Денис Володимирович** – асп. каф. залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Сєверодонецьк, Україна).
E-mail: deniszagorskiy@gmail.com; ORCID 0000-0002-4527-385X.
- Зубцов Євген Іванович** – к.т.н., доц. каф. хімічної інженерії та екології Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Сєверодонецьк, Україна).
E-mail: mining_07@i.ua; ORCID 0000-0002-4697-1975.
- Калмиків Олександр Сергійович** – асп., асист. каф. мікроелектроніки, електронних приладів та пристроїв Харківського національного університету радіоелектроніки (м. Харків, Україна).
E-mail: oleksandr.kalmykov@nure.ua; ORCID 0000-0003-4866-7077.
- Кара Сергій Віталійович** – к.т.н., начальник управління інжинірингу Науково-дослідного та дослідно-конструкторського інституту залізничного транспорту АТ «Укрзалізниця» (м. Київ, Україна).
E-mail: kara1520mm@gmail.com; ORCID 0000-0003-0401-6547.
- Кардашук Володимир Сергійович** – к.т.н., доц., доц. каф. комп'ютерних наук та інженерії Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Сєверодонецьк, Україна).
E-mail: kardashuk@snu.edu.ua; ORCID 0000-0002-7940-6753.
- Керемет Михайло Анатолійович** – к.т.н., доц. каф. залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Сєверодонецьк, Україна).
E-mail: mkeremet@ukr.net; ORCID 0000-0002-8007-4928.

- Керш Володимир Якович** – к.т.н., проф., зав. каф. міського будівництва та господарства Одеської державної академії будівництва та архітектури (м. Одеса, Україна).
E-mail: vkersh@hotmail.com; ORCID 0000-0001-6085-5260.
- Кічкін Олексій Вікторович** – ст. викл. каф. залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: kichkin@ukr.net; ORCID 0000-0001-5283-5403.
- Кічкіна Олена Іванівна** – к.т.н., доц., проф. каф. залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: ki4kinaoi@ukr.net; ORCID 0000-0002-1077-5964.
- Климаш Андрій Олександрович** – к.т.н., в.о. зав. каф. залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: kland-80@ukr.net; ORCID 0000-0002-4055-1195.
- Климаш Дар'я Андріївна** – студентка Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: dakli03042008@gmail.com; ORCID 0000-0002-0009-4815.
- Клименко Олександр Вікторович** – ст. викл. каф. експлуатації та ремонту рухомого складу Українського державного університету залізничного транспорту (м. Харків, Україна).
E-mail: kaverrs@gmail.com; ORCID 0000-0003-0302-8626.
- Коверга Марк Олександрович** – асп. каф. комп'ютерних наук та інженерії Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: healthunder@gmail.com; ORCID 0000-0001-9906-4845.
- Ковтанець Максим Володимирович** – к.т.н., доц., доц. каф. залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: kovtanetsm@gmail.com; ORCID 0000-0002-6804-7214.
- Ковтанець Тетяна Миколаївна** – асп. каф. залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: kovtanect@gmail.com; ORCID 0000-0002-7187-6443.
- Козюберда Антон Анатолійович** – асп. каф. залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: Lafaet000@gmail.com; ORCID 0000-0003-0775-2638.
- Колесников Андрій Валерійович** – к.т.н., доц., доц. каф. хімії та екології Одеської державної академії будівництва та архітектури (м. Одеса, Україна).
E-mail: kolesnikovandrey2791@gmail.com; ORCID 0000-0001-8737-0933.
- Кортева Олена Вікторівна** – асист. каф. залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: korteva@snu.edu.ua; ORCID 0000-0001-9825-492X.
- Кравченко Інна Василівна** – к.т.н., доц., доц. каф. хімічної інженерії та екології Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: nitrousoxide@ukr.net; ORCID 0000-0002-8531-0512.
- Кравченко Катерина Олександрівна** – доц., к.т.н., н.с. каф. транспорту та підйомно-транспортних машин Жилінського університету в Жиліне (м. Жиліна, Словачька республіка).
E-mail: kateryna.kravchenko@fstroj.uniza.sk; ORCID 0000-0002-3775-6288.

- Кришко Дмитро Анатолійович** – к.т.н., ст. викл. каф. промислового, цивільного і міського будівництва Криворізького національного університету (м. Кривий Ріг, Україна).
E-mail: dak.sf.amb@gmail.com; ORCID 0000-0001-5853-8581.
- Кузьменко Олександр Васильович** – к.ф.-м.н., пров. н.с. відділу комп'ютерної оптики Інституту прикладної оптики НАН України (м. Київ, Україна).
E-mail: avk@iao.kiev.ua; ORCID 0000-0002-4289-5581.
- Кузьменко Сергій Валентинович** – к.т.н., доц., директор навчально-наукового інституту транспорту і будівництва Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Сєверодонецьк, Україна).
E-mail: kuzmenko@snu.edu.ua; ORCID 0000-0003-0871-9864.
- Кукурудза Андріана Романівна** – магістр архітектури каф. архітектурного проектування Інституту архітектури та дизайну Національного університету «Львівська політехніка» (м. Львів, Україна).
E-mail: andriana.kukurudza@gmail.com; ORCID 0000-0002-6995-1133.
- Кучеренко Лілія Василівна** – к.т.н., доц., доц. каф. будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету (м. Вінниця, Україна).
E-mail: liliya13liliya13@gmail.com; ORCID 0000-0003-0348-3610.
- Ловська Альона Олександрівна** – к.т.н., доц., доц. каф. інженерії вагонів та якості продукції Українського державного університету залізничного транспорту (м. Харків, Україна).
E-mail: alyonaLovskaya.vagons@gmail.com; ORCID 0000-0002-8604-1764.
- Максимов Максим Валерійович** – асист. каф. експлуатації та ремонту рухомого складу Українського державного університету залізничного транспорту (м. Харків, Україна).
E-mail: simplemaks84@gmail.com; ORCID 0000-0002-9317-9075.
- Матюк Данило Сергійович** – здобувач вищої освіти каф. комп'ютерних наук та інженерії Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Сєверодонецьк, Україна).
E-mail: matiuk@snu.edu.ua; ORCID 0000-0001-5851-8433.
- Медвідь Іван Іванович** – доц. каф. будівництва, урбаністики та просторового планування Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Сєверодонецьк, Україна).
E-mail: iw.medwed@yandex.ua; ORCID 0000-0001-9988-9900.
- Мельник Віталія Андрійвна** – магістр архітектури каф. архітектурного проектування Інституту архітектури та дизайну Національного університету «Львівська політехніка» (м. Львів, Україна).
E-mail: vitusyamelnik@gmail.com; ORCID 0000-0001-8525-9908.
- Міщенко Олена Дмитрівна** – ст. викл. каф. міського будівництва Київського національного університету будівництва і архітектури (м. Київ, Україна).
E-mail: mischenko.od@knuba.edu.ua, ORCID 0000-0002-4493-9648.
- Міщенко Юрій Григорович** – ст. викл. каф. комп'ютерних наук та інженерії Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Сєверодонецьк, Україна).
E-mail: mishchenko49@gmail.com; ORCID 0000-0002-5849-1848.
- Могіла Валентин Іванович** – к.т.н., доц., проф. каф. залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Сєверодонецьк, Україна).
E-mail: mogila@snu.edu.ua; ORCID 0000-0002-7101-515X.
- Морклянник Оксана Ігорівна** – к.арх., доц., доц. каф. архітектурного проектування Інституту архітектури та дизайну Національного університету «Львівська політехніка» (м. Львів, Україна).
E-mail: o.morklyanyk@gmail.com; ORCID 0000-0001-9096-8098.

- Мохонько Вікторія Іванівна** – к.геол.н., доц., доц. каф. хімічної інженерії та екології Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: maxtory2015@gmail.com; ORCID 0000-0002-4234-1757.
- Мурад'ян Арсен Олегович** – к.т.н., доц., доц. каф. експлуатації портів і технології вантажних робіт Одеського національного морського університету (м. Одеса, Україна).
E-mail: Muradyan@ntt.od.ua; ORCID 0000-0002-6488-6627.
- Новікова Анастасія Миколаївна** – асп. каф. інженерної екології міст Харківського національного університету міського господарства ім. О.М. Бекетова (м. Харків, Україна).
E-mail: nastyamokhonko3010@gmail.com; ORCID 0000-0003-4063-0130.
- Ноженко Володимир Сергійович** – к.т.н., проректор з науково-педагогічної роботи та комунікацій Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: vladymyrnozhenko@gmail.com; ORCID 0000-0003-3544-4958.
- Ожередова Марина Анатоліївна** – к.т.н., доц., доц. каф. хімічної інженерії та екології Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: ozheredovama@ukr.net; ORCID 0000-0003-3862-1964.
- Осетрін Микола Миколайович** – к.т.н., проф., проф. каф. міського будівництва Київського національного університету будівництва і архітектури (м. Київ, Україна).
E-mail: n.osetrin@gmail.com; ORCID 0000-0001-7015-4679.
- Піддубний Сергій Васильович** – ст. викл. каф. будівництва, урбаністики та просторового планування Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: poddubniys@ukr.net; ORCID 0000-0003-1458-8784.
- Покришка Сергій Анатолійович** – асп. Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: xakermans@gmail.com; ORCID 0000-0002-4092-1221.
- Поліщук Олександр Вікторович** – м.н.с. каф. мікроелектроніки, електронних приладів та пристроїв Харківського національного університету радіоелектроніки (м. Харків, Україна).
E-mail: sanyokhire@gmail.com; ORCID 0000-0002-8521-6809.
- Поліщук Юлія Валеріївна** – к.т.н., доц., доц. каф. технології неорганічних речовин та екології Державного вищого навчального закладу «Український державний хіміко-технологічний університет» (м. Дніпро, Україна).
E-mail: yu.v.polishchuk@gmail.com; ORCID 0000-0003-1552-4117.
- Полупан Євген Вікторович** – к.т.н., доц. каф. залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: polupan_ev@snu.edu.ua; ORCID 0000-0003-3594-1858.
- Поркуян Сергій Леонідович** – ст. викл. каф. будівництва, урбаністики та просторового планування Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: s.porkuian@gmail.com; ORCID 0000-0002-1413-1576.
- Прокопенко Павло Миколайович** – асп. каф. вагони та вагонне господарство Державного університету інфраструктури та технологій (м. Київ, Україна).
E-mail: prokopenko1520mm@gmail.com; ORCID 0000-0002-1631-6590.
- Просвірова Ольга Вікторівна** – к.т.н., докторант каф. залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: prosvirova@ukr.net; ORCID 0000-0002-7034-8622.

- Пятайкина Марія Ігорівна** – асист. каф. мікроелектроніки, електронних приладів та пристроїв Харківського національного університету радіоелектроніки (м. Харків, Україна).
E-mail: mariia.piataikina@nure.ua; ORCID 0000-0003-2448-4436.
- Радченко Владислав Степанович** – магістрант каф. експлуатації та ремонту рухомого складу Українського державного університету залізничного транспорту (м. Харків, Україна).
E-mail: dimmo@ex.ua; ORCID 0000-0003-3114-3816.
- Римар Тетяна Ернстівна** – к.т.н., доц., доц. каф. хімічної інженерії та екології Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
e-mail: rymartatyana1975@gmail.com; ORCID 0000-0001-9724-8640
- Риндюк Світлана Володимирівна** – к.т.н., ст. викл. каф. будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету (м. Вінниця, Україна).
E-mail: runduyksv@gmail.com; ORCID 0000-0001-5779-5949.
- Рязанцев Андрій Олександрович** – асп. фак-ту інформаційних технологій та електроніки Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: drew.ryazancev@gmail.com; ORCID 0000-0002-1431-5682.
- Рязанцев Олександр Іванович** – д.т.н., проф., в.о. зав. каф. комп'ютерних наук та інженерії Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: a_ryazantsev@snu.edu.ua; ORCID 0000-0002-3740-3132.
- Сафонова Світлана Олександрівна** – к.т.н., доц., доц. каф. комп'ютерних наук та інженерії Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: safonova@snu.edu.ua; ORCID 0000-0002-3107-9490.
- Світлична Оксана Олександрівна** – ст. вик. каф. іноземних мов та професійної комунікації Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: o.svitlichna@gmail.com; ORCID 0000-0002-9938-9647.
- Сергієнко Оксана Вікторівна** – к.т.н., доц., доц. каф. залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: sergienko.o.v@gmail.com; ORCID 0000-0001-6981-1811.
- Сингаївська Олександра Іванівна** – д.т.н., проф., проф. каф. міського будівництва Київського національного університету будівництва і архітектури (м. Київ, Україна).
E-mail: o.syngaivska@gmail.com; ORCID 0000-0003-1313-7201.
- Сітченко Олександр Валерійович** – студент каф. програмування та математики Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: aleksandrsitchenko@gmail.com; ORCID 0000-0003-0610-3097.
- Скиба Маргарита Іванівна** – к.т.н., доц., доц. каф. технології неорганічних речовин та екології Українського державного хіміко-технологічного університету (м. Дніпро, Україна).
E-mail: margaritaskiba88@gmail.com; ORCID 0000-0003-4634-280X.
- Соколан Юлія Сергіївна** – к.т.н., доц. каф. цивільної безпеки Хмельницького національного університету (м. Хмельницький, Україна).
E-mail: sokolan.julia@gmail.com; ORCID 0000-0002-0273-5719.
- Соколенко Костянтин Валерійович** – асп., асист. каф. будівництва, урбаністики та просторового планування Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: k96s@ukr.net; ORCID 0000-0003-3334-7855.
- Соколенко Валерій Михайлович** – к.т.н., доц. каф. будівництва, урбаністики та просторового планування Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля

(м. Сєверодонецьк, Україна).

E-mail: 13wms13@ukr.net; ORCID 0000-0002-5073-2694.

Соловійов Геннадій Іванович – к.т.н., доц., доц. каф. залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Сєверодонецьк, Україна).

E-mail: solgenn46@gmail.com; ORCID 0000-0001-2345-6789.

Стрількова Тетяна Олександрівна – д.т.н., проф., проф. каф. мікроелектроніки, електронних приладів та пристроїв Харківського національного університету радіоелектроніки (м. Харків, Україна).

E-mail: tetiana.strilkova@nure.ua; ORCID 0000-0003-4866-7077.

Суворін Олександр Вікторович – д.т.н., проф., зав. каф. хімічної інженерії та екології Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Сєверодонецьк, Україна).

E-mail: avsuvorin@ukr.net; ORCID 0000-0001-9251-5017.

Тарасюк Володимир Петрович – к.т.н., асист. каф. міського будівництва Київського національного університету будівництва і архітектури (м. Київ, Україна).

E-mail: tarasyuk90@gmail.com; ORCID 0000-0003-4762-5668.

Татарченко Галина Олегівна – д.т.н., проф., зав. каф. будівництва, урбаністики та просторового планування Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Сєверодонецьк, Україна).

E-mail: tatarchenkogalina@gmail.com; ORCID 0000-0003-4683-0337.

Тімченко Радомир Олексійович – д.т.н., проф., проф. каф. промислового, цивільного і міського будівництва Криворізького національного університету (м. Кривий Ріг, Україна).

E-mail: radomirtimchenko@gmail.com; ORCID 0000-0002-0684-7013.

Уваров Павло Євгенович – к.т.н., доц., доц. каф. будівництва, урбаністики та просторового планування Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Сєверодонецьк, Україна).

E-mail: uvarov_p@ukr.net; ORCID 0000-0002-5660-6859.

Філатєв Михайло Володимирович – д.т.н., доц., проф. каф. будівництва, урбаністики та просторового планування Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Сєверодонецьк, Україна).

E-mail: Mfilatev@gmail.com; ORCID 0000-0001-5608-6737.

Філімоненко Костянтин Вадимович – к.т.н., доц., доц. каф. електричної інженерії Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Сєверодонецьк, Україна).

E-mail: kostiantyn.kun@gmail.com; ORCID 0000-0001-9264-4767.

Філімоненко Ніна Миколаївна – к.т.н., доц., доц. каф. електричної інженерії Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Сєверодонецьк, Україна).

E-mail: kostiantyn.kun@gmail.com; ORCID 0000-0003-1867-3812.

Фомін Олексій Вікторович – д.т.н., проф., проф. каф. вагони та вагонне господарство Державного університету інфраструктури та технологій (м. Київ, Україна).

E-mail: fominaleksejviktorovic@gmail.com; ORCID 0000-0003-2387-9946.

Фомін Володимир Вікторович – к.т.н., Департамент вагонного господарства АТ «Укрзалізниця» (м. Київ, Україна).

E-mail: fominaleksejviktorovic@gmail.com; ORCID 0000-0002-8725-1106.

Фощ Альона Вікторівна – к.т.н., доц., доц. каф. міського будівництва та господарства Одеської державної академії будівництва та архітектури (м. Одеса, Україна).

E-mail: foshch@ogasa.org.ua; ORCID 0000-0003-1299-1094.

Хлопицький Олексій Олександрович – к.т.н., доц., доц. каф. технології неорганічних речовин та екології Українського державного хіміко-технологічного університету (м. Дніпро, Україна).

E-mail: ahlopitskiy@gmail.com; ORCID 0000-0002-5129-768X.

- Хмельницький Дмитро Богданович** – студент 4 курсу групи КІ-17д факультету ІТ та електроніки Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: dimon22052000@gmail.com; ORCID 0000-0003-1306-8496.
- Хорошун Ганна Миколаївна** – к.ф.-м.н., доц., доц. каф. будівництва, урбаністики та просторового планування, доц. каф. комп'ютерних наук та інженерії Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: an_khor@i.ua; ORCID 0000-0002-1272-1222.
- Чередніченко Олександра Петрівна** – студентка V курсу факультету урбаністики і просторового планування Київського національного університету будівництва і архітектури (м. Київ, Україна).
E-mail: rqmshrk13@gmail.com, ORCID 0000-0003-0445-2816.
- Чередніченко Петро Петрович** – доц. каф. міського будівництва Київського національного університету будівництва і архітектури (м. Київ, Україна).
E-mail: petro_che@ukr.net, ORCID 0000-0001-7161-661X.
- Черних Олег Анатолійович** – к.т.н., доц., доц. каф. архітектури і містобудування Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: grafikchernih@gmail.com; ORCID 0000-0003-0792-5535.
- Черняк Ганна Юрївна** – к.т.н., доц., с.н.с. каф. Залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: anchernyak1520mm@gmail.com; ORCID 0000-0002-1297-8212.
- Шаповалова Ірина Миколаївна** – к.т.н., доц., доц. каф. хімічної інженерії і екології Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: shapovalova_in@ukr.net; ORCID 0000-0001-9466-7962.
- Шевченко Сергій Іванович** – к.т.н., доц. каф. залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: shevchenko_si@snu.edu.ua; ORCID 0000-0002-9589-8583.
- Шепітько Оксана Вікторівна** – ст. викл. каф. залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: pan_kovka@ukr.net; ORCID 0000-0002-1224-9511.
- Шпарбер Марина Євгенівна** – магістр з економіки підприємства, ст. викл. каф. будівництва, урбаністики та просторового планування Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: shparber_m@ukr.net; ORCID 0000-0003-1296-7510.
- Шт'ястніак Павол** – к.т.н., заст. зав. каф. з науки та досліджень кафедри транспорту та підйомно-транспортних машин Жилінського університету в Жиліне (м. Жиліна, Словацька республіка).
E-mail: pavol.stastniak@fstroj.uniza.sk; ORCID 0000-0003-1128-7644.
- Шумова Лариса Олександрівна** – к.т.н., проф. Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк, Україна).
E-mail: shumova@ukr.net; ORCID 0000-0001-8113-5115.

ABOUT THE AUTHORS

- Arkhylova Viktoriia** – Dr. of Philosophy in Technical Sciences, Associated Professor of Neorganic substances technology and Ecology Department, Ukrainian State University of Chemical Technology (Dnipro, Ukraine).
E-mail: yirt1@i.ua; ORCID 0000-0002-9722-5622.

- Aulin Dmytro** – Dr. of Philosophy in Technical Sciences, Senior Lecturer, Department of Operation and Repair of Rolling Stock, Ukrainian State Academy of Railway Transport (Kharkiv, Ukraine).
E-mail: aulin@kart.edu.ua; ORCID 0000-0002-7990-4808.
- Avina Svitlana** – Dr. of Philosophy in technical sciences, Docent, Associate professor of the Department of Chemical Technology of Inorganic Substances, Catalysis and Ecology, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" (Kharkiv, Ukraine).
E-mail: svetlanaavina@gmail.com; ORCID 0000-0002-5037-8576.
- Balkovska Hanna** – 1st category engineer of the Department of Railway, Road Transport and Hoisting and Transport Machines, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: balkovska@snu.edu.ua; ORCID 0000-0002-4505-7997.
- Barbaruk Lina** – Senior Lecturer of Computer Science and Engineering Department, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: barbaruk.angelina@gmail.com; ORCID 0000-0001-6639-3001
- Barbaruk Viktor** – Candidate of technical sciences, associate professor, director of the center for advanced education, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: barbaruk_v@snu.edu.ua; ORCID 0000-0001-9558-0965.
- Baron Tetyana** – Master's student of the Department of Industrial, Civil and Urban Construction, Kryvyi Rih National University (Kryvyi Rih, Ukraine).
E-mail: krbaron0@gmail.com; ORCID 0000-0001-6594-5126.
- Bronov David** – Master's student of the Department of Industrial, Civil and Urban Construction, Kryvyi Rih National University (Kryvyi Rih, Ukraine).
E-mail: bronovdavid14@gmail.com; ORCID 0000-0003-0983-3634.
- Bekshaev Oleksandr** – Dr. Sci. in Physics and Mathematics, Head of Laboratory of Optics and Laser Physics of the Physics Research Institute, I. I. Mechnikov Odessa National University (Odessa, Ukraine).
E-mail: bekshaev@onu.edu.ua; ORCID 0000-0003-4153-559X
- Bendeberya Hennadii** – Senior Lecturer of the Department Microelectronics, Electronic devices and Appliances, Kharkiv National University of Radio Electronics (Kharkiv, Ukraine).
E-mail: hennadii.bendeberia@nure.ua; ORCID 0000-0002-0070-4927.
- Berbenets Inna** – head of the hydrology sector, Luhansk Regional Center for Hydrometeorology (Lisichansk, Ukraine).
E-mail: innafedorivna29@gmail.com; ORCID 0000-0001-9763-0348.
- Bespalov Dmytro** – Assistant lecturer of City Development chair, Kyiv National University of Construction and Architecture (Kyiv, Ukraine).
E-mail: dmitry.bespalov@me.com; ORCID 0000-0002-0778-5627.
- Biloborodova Tetiana** – Cand. Sci. Tech, Associated Professor of Computer Science and Engineering Department, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: beloborodova.t@gmail.com; ORCID 0000-0001-7561-7484.
- Biloshytska Nataliia** – Dr. of Philosophy, Associated Professor of Department of Construction, Urban and Spatial Planning, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: beloshitska@ukr.net; ORCID 0000-0002-8840-2885.
- Biloshytskyi Mykola** – Dr. of philosophy in technical sciences Associated Professor of Department of Construction, Urban and Spatial Planning, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: beloshitskiy@ukr.net; ORCID 0000-0002-9935-4161.

- Blinova Natalia** – PhD of biological science, Associate professor of the Department of chemical engineering and ecology, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: blinovan.k@ukr.net; ORCID 0000-0002-4997-9067.
- Bulava Yaroslava** – Student-Master of the Department of Specialized Computer Systems, Ukrainian State University of Chemical Technology (Dnipro, Ukraine).
E-mail: bulavik87@gmail.com; ORCID 0000-0002-0981-0662.
- Bureika Gintautas** – Prof, Dr., Vilnius Gediminas Technical University (Vilnius, Lithuania).
E-mail: gintautas.bureika@vgtu.lt; ORCID 0000-0003-3934-0005.
- Cherednichenko Oleksandra** – 5th year student of the Faculty of Urban Studies and Spatial Planning, Kyiv National University of Construction and Architecture (Kyiv, Ukraine).
E-mail: rqmshr13@gmail.com, ORCID 0000-0003-0445-2816.
- Cherednichenko Petro** – Associated Professor of Department of Town building, Kyiv National University of Construction and Architecture (Kyiv, Ukraine).
E-mail: petro_che@ukr.net, ORCID 0000-0001-7161-661X.
- Cherniak Ganna** – Dr. of Philosophy in Technical Sciences, Docent, Senior Researcher, Senior Researcher of Department of Railway, Road Transport and Hoisting-and-Transport Machines, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: anchernyak1520mm@gmail.com; ORCID 0000-0002-1297-8212.
- Chernih Oleg** – Dr. of Philosophy in Building Structures, Buildings and Structures, Associated Professor of Department of Architecture and Urban Planning, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: grafikchernih@gmail.com; ORCID 0000-0003-0792-5535.
- Derkach Maryna** – Dr. of Philosophy in technical sciences, Associated Professor of Computer Science and Engineering Department, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: derkach@snu.edu.ua; ORCID 0000-0001-8977-2776.
- Dižo Ján** – associate professor, PhD, associate professor of department transport and handling machines, University of Žilina (Žilina, Slovak republic).
E-mail: jan.dizo@fstroj.uniza.sk; ORCID 0000-0001-9433-392X.
- Domin Rostyslav** – Doctor of Technical Sciences, Acting Director of Branch «Research and Design and Technological Institute of Railway Transport» JSC «Ukrzaliznytsia» (Kyiv, Ukraine).
E-mail: r.domin@1520mm.com; ORCID 0000-0002-2283-8360.
- Domin Yurii** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Department of Railway, Road Transport and Hoisting-and-Transport Machines, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: domin1520.1435mm@gmail.com; ORCID 0000-0002-0226-2851.
- Dorosh Maxym** – master, A+S Ukraine LLC (Kyiv, Ukraine).
E-mail: doroshmaxym@gmail.com; ORCID 0000-0003-3717-9326.
- Dubovyk Denis** – junior researcher, Institute of Technical Mechanics and the State Space Agency of Ukraine (Dnipro, Ukraine).
E-mail: denic3d@gmail.com; ORCID 0000-0002-8983-0646.
- Dubovyk Tetiana** – Lecturer at the Department of Specialized Computer Systems, Ukrainian State University of Chemical Technology (Dnipro, Ukraine).
E-mail: dubovyk.tatyana@gmail.com, ORCID 0000-0002-2359-2569.
- Ferrando Albert** – Dr. in Physics, Professor of Optics, Department of Optics and Op-tometry and Vision Science, University of Valencia (Burjassot (Valencia), Spain).
E-mail: albert.ferrando@uv.es; ORCID 0000-0003-2002-4846.
- Filatiev Mykhailo** – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Construction, Urban Planning and Spatial Planning, Volodymyr Dahl East Ukrainian National Uni-

versity (Severodonetsk, Ukraine).

E-mail: Mfilatev@gmail.com; ORCID 0000-0001-5608-6737.

Filimonenko Kostiantyn – PhD of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Electrical Engineering, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: kostiantyn.kun@gmail.com; ORCID 0000-0001-9264-4767.

Filimonenko Nina – PhD of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Electrical Engineering, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: kostiantyn.kun@gmail.com; ORCID 0000-0003-1867-3812.

Fomin Oleksii – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Cars and Carriage Management, State University of Infrastructure and Technology (Kyiv, Ukraine).
E-mail: fominaleksejvictorovic@gmail.com; ORCID 0000-0003-2387-9946.

Fomin Volodymyr – Dr. of Philosophy in Technical Sciences, Department of Carriage Management of JSC "Ukrzaliznytsia" (Kyiv, Ukraine).
E-mail: fominaleksejvictorovic@gmail.com; ORCID 0000-0002-8725-1106.

Foshch Alyona – Dr. of Philosophy in Technical Sciences, Associated Professor at the Department of Urban Development and Municipal Engineering, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture (Odessa, Ukraine).
E-mail: foshch@ogasa.org.ua; ORCID 0000-0003-1299-1094

Gerlici Juraj – professor, head of department transport and handling machines, University of Žilina (Žilina, Slovak republic).
E-mail: juraj.gerlici@fstroj.uniza.sk; ORCID 0000-0003-3928-0567.

Glikin Marat – Doctor of Technical Sciences, Professor Department of chemical engineering and ecology, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: irene555@i.ua; ORCID 0000-0002-6502-4527.

Glikina Irene – Doctor of Technical Sciences, Professor Department of chemical engineering and ecology, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: irene555@i.ua; ORCID 0000-0002-2307-1245.

Golovko Serhiy – Dr. of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Engineering Geology and Geotechnics, State higher educational institution "Pridneprovsk state academy of construction and architecture" (Dnipro, Ukraine).
E-mail: golovko_pgasa@gmail.com; ORCID 0000-0003-1259-6844.

Goncharov Vitaliy – Ph.D., Associate Professor of the Department of Medical and Biological Physics, Medical Informatics and Biostatistics, Luhansk State Medical University (Rubizhne, Ukraine).
E-mail: milostiprosim@i.ua; ORCID 0000-0003-4861-6210.

Gorbunov Mykola – Doctor of Technical Sciences, Professor, head of department of railway and road transport, lift and care systems, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: gorbunov0255@gmail.com, ORCID 0000-0002-8556-3392.

Jin-Tae Kim – Dr. of Philosophy in Physics, Prof. of Dept. of Photonic Engineering, Chosun University (Gwangju, Korea).
E-mail: kimjt@chosun.ac.kr; ORCID 0000-0002-1001-809X.

Kalmykov Oleksandr – PhD student, assistant of the Department Microelectronics, Electronic devices and Appliances, Kharkiv National University of Radio Electronics (Kharkiv, Ukraine).
E-mail: oleksandr.kalmykov@nure.ua; ORCID 0000-0003-4866-7077.

Kara Serhii – Dr. of Philosophy in Technical Sciences, Head of Engineering Department, Research and Development Institute of Railway Transport JSC "Ukrzaliznytsia" (Kyiv, Ukraine).
E-mail: kara1520mm@gmail.com; ORCID 0000-0003-0401-6547.

Kardashuk Volodymyr – Candidate of technical sciences, Associate Professor, Associate Professor of Computer Science and Engineering, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severo-

- donetsk, Ukraine).
E-mail: kardashuk@snu.edu.ua; ORCID 0000-0002-7940-6753.
- Keremet Mykhailo** – Ph.D., Associated Professor of Department of Railway, Road Transport and Hoisting and Transport Machines, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: mkeremet@ukr.net; ORCID 0000-0002-8007-4928.
- Kersh Volodymyr** – Dr. of Philosophy in Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Urban Construction and Econom, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture (Odessa, Ukraine)
E-mail: vkersh@hotmail.com; ORCID 0000-0001-6085-5260.
- Khlopytskyi Oleksiy** – Dr. of Philosophy in Technical Sciences, Associated Professor of Neorganic substances technology and Ecology Department, Ukrainian State University of Chemical Technology (Dnipro, Ukraine).
E-mail: ahlopitskiy@gmail.com; ORCID 0000-0002-5129-768X.
- Khmelnyskyi Dmytro** – 4th year student of the KI-17d group of the Faculty of IT and Electronics. Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: dimon22052000@gmail.com; ORCID 0000-0003-1306-8496.
- Khoroshun Ganna** – Dr. of Philosophy in Optics and Laser Physics, Associate Professor of Department of Computer Science and Engineering, Associate Professor of the Department of Construction, Urban Planning and Spatial Planning, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: an_khor@i.ua; ORCID 0000-0002-1272-1222.
- Kichkin Oleksiy** – Senior lecturer of the Department of Railway, Automobile Transport and Hoisting-and-Transport Machines, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: kichkin@ukr.net; ORCID 0000-0001-5283-5403
- Kichkina Olena** – Dr. of Philosophy in Industrial transport, Associate Professor of the Department of Railway, Automobile Transport and Hoisting-and-Transport Machines, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: ki4kinaoi@ukr.net; ORCID 0000-0002-1077-5964.
- Klymash Andriy** – Ph.D., Acting Head of the Department of Railway, Road Transport and Hoisting and Transport Machines, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: kland-80@ukr.net; ORCID 0000-0002-4055-1195.
- Klymash Daria** – student, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: dakli03042008@gmail.com; ORCID 0000-0002-0009-4815.
- Klymenko Oleksandr** – Senior Lecturer, Department of Rolling Stock Operation and Repair, Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv, Ukraine).
E-mail: kaverrs@gmail.com; ORCID 0000-0003-0302-8626.
- Kolesnikov Andriy** – Dr. of Philosophy in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Chemistry and Ecology, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture (Odessa, Ukraine).
E-mail: kolesnikovandrey2791@gmail.com; ORCID 0000-0001-8737-0933.
- Kortieva Olena** – Assistant of the Department of Railway, Road Transport and Hoisting and Transport Machines, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: korteva@snu.edu.ua; ORCID 0000-0001-9825-492X.
- Koverha Mark** – PhD student of Computer Science and Engineering Department, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: healthunder@gmail.com; ORCID 0000-0001-9906-4845.

- Kovtanets Maksym** – Ph.D. in Technology, Associated professor of department of railway and road transport, lift and care systems, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: kovtanetsm@gmail.com; ORCID 0000-0002-6804-7214.
- Kovtanets Tetyana** – postgraduate student of department of railway and road transport, lift and care systems, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: kovtanect@gmail.com; ORCID 0000-0002-7187-6443.
- Kozyuberda Anton** – graduate student of the Department of Railway, Road Transport and Hoisting and Transport Machines, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: Lafaet000@gmail.com; ORCID 0000-0003-0775-2638.
- Kravchenko Inna** – Dr. of Philosophy in Technical Sciences, Associated Professor of Department of chemical engineering and ecology, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: nitrousoxide@ukr.net; ORCID 0000-0002-8531-0512.
- Kravchenko Kateryna** – associate professor, PhD, researcher of department transport and handling machines, University of Žilina (Žilina, Slovak republic).
E-mail: kateryna.kravchenko@fstroj.uniza.sk; ORCID 0000-0002-3775-6288.
- Krishko Dmytro** – Dr. of Philosophy in Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Industrial, Civil and Urban Construction, Kryvyi Rih National University (Kryvyi Rih, Ukraine).
E-mail: dak.sf.amb@gmail.com; ORCID 0000-0001-5853-8581.
- Kucherenko Liliia** – Dr. of Philosophy in Technical Sciences, Associated Professor of the Department of Construction, Municipal Facilities and Architecture, Vinnytsia National Technical University (Vinnytsia, Ukraine).
E-mail: liliya13liliya13@gmail.com; ORCID 0000-0003-0348-3610.
- Kukurudza Andriana** – Masters of architecture of Department of Architectural Design, Institute of Architecture and Design, Lviv Polytechnic National University (Lviv, Ukraine).
E-mail: andriana.kukurudza@gmail.com; ORCID 0000-0002-6995-1133.
- Kuzmenko Olexander** – PhD, Leading Researcher of Department of Computer Optics, Institute of Applied Optics NAS of Ukraine (Kyiv, Ukraine).
E-mail: avk@iao.kiev.ua; ORCID 0000-0002-4289-5581.
- Kuzmenko Serhii** – Dr. of Philosophy in Technical Sciences, Associate Professor, Director of the Educational and Scientific Institute of Transport and Construction, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: kuzmenko@snu.edu.ua; ORCID 0000-0003-0871-9864.
- Lovska Alyona** – PhD, Associate Professor, Associate Professor of Department of wagon engineering and product quality, Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv, Ukraine).
E-mail: alyonaLovskaya.vagons@gmail.com; ORCID 0000-0002-8604-1764.
- Maksymov Maksym** – assistant, department of operation and repair of rolling stock, Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv, Ukraine).
E-mail: simplemakc84@gmail.com; ORCID 0000-0002-9317-9075.
- Matiuk Danylo** – competitor of higher education of Computer Science and Engineering Department, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: matiuk@snu.edu.ua; ORCID 0000-0001-5851-8433.
- Medved Ivan** – associate professor at the Department of Construction, Urbanism and Spatial Planning, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: iw.medwed@yandex.ua; ORCID 0000-0001-9988-9900
- Melnyk Vitaliia** – Masters of architecture of Department of Architectural Design, Institute of Architecture and Design, Lviv Polytechnic National University (Lviv, Ukraine).
E-mail: vitusyamelnik@gmail.com; ORCID 0000-0001-8525-9908.

- Mischenko Olena** – Senior Lecturer of Department of Town building, Kyiv National University of Construction and Architecture (Kyiv, Ukraine).
E-mail: mischenko.od@knuba.edu.ua, ORCID 0000-0002-4493-9648.
- Mishchenko Yurii** – Senior Lecturer of Computer Science and Engineering Department, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine). E-mail: mishchenko49@gmail.com; ORCID 0000-0002-5849-1848.
- Mogila Valentyn** – Dr. of Philosophy in Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Railway, Road Transport and Hoisting and Transport Machines, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: mogila@snu.edu.ua; ORCID 0000-0002-7101-515X.
- Mokhonko Viktoriya** – PhD of Geological science, Associate professor of the Department of chemical engineering and ecology, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: maxtory2015@gmail.com; ORCID 0000-0002-4234-1757.
- Morklyanyk Oksana** – Dr. of Philosophy in architecture, Associated Professor of Department of Architectural Design, Institute of Architecture and Design, Lviv Polytechnic National University (Lviv, Ukraine).
E-mail: o.morklyanyk@gmail.com; ORCID 0000-0001-9096-8098.
- Muradyan Arsen** – PhD, Associate Professor of the Department „Port Operation and Cargo Handling”, Odessa National Maritime University (Odessa, Ukraine).
E-mail: Muradyan@ntt.od.ua; ORCID 0000-0002-6488-6627.
- Novikova Anastasia** – graduate student of the Department of Engineering Ecology of Cities, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv (Kharkiv, Ukraine).
E-mail: nastyamokhonko3010@gmail.com; ORCID 0000-0003-4063-0130.
- Nozhenko Volodymyr** – Ph.D. in Technology, vice-rector for research and academic affairs, and communication, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: vladymyrozhenko@gmail.com; ORCID 0000-0003-3544-4958.
- Osetrin Mykola** – Ph.D., professor of City Development chair, Kyiv National University of Construction and Architecture (Kyiv, Ukraine).
E-mail: n.osetrin@gmail.com; ORCID 0000-0001-7015-4679.
- Ozheredova Maryna** – Dr. of Philosophy in Technical Sciences, Associated Professor of Department of chemical engineering and ecology, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: ozheredovama@ukr.net; ORCID 0000-0003-3862-1964.
- Piataikina Mariia** – assistant, Department of Microelectronics, Electronic devices and Appliances, Kharkiv National University of Radio Electronics (Kharkiv, Ukraine).
E-mail: mariia.piataikina@nure.ua; ORCID 0000-0003-2448-4436.
- Piddubnyi Sergii** – Senior Lecturer at the Department of Construction, Urbanism and Spatial Planning, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: poddubniys@ukr.net; ORCID 0000-0003-1458-8784.
- Pokryshka Serhiy** – PhD student, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: xakermans@gmail.com; ORCID 0000-0002-4092-1221.
- Polishchuk Oleksandr** – junior researcher, Department of Microelectronics, Electronic devices and Appliances, Kharkiv National University of Radio Electronics (Kharkiv, Ukraine).
E-mail: sanyokhire@gmail.com; ORCID 0000-0002-8521-6809.
- Polishchuk Yuliya** – Dr. of Philosophy in technical electrochemistry, Associated Professor in Department of inorganic technology and ecology, Ukrainian State University of Chemical Technology (Dnipro, Ukraine).
E-mail: yu.v.polishchuk@gmail.com; ORCID 0000-0003-1552-4117.

- Polupan Yevhen** – Dr. of Philosophy in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Railway, Automobile Transport and Hoisting-and-Transport Machines, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: polupan_ev@snu.edu.ua; ORCID 0000-0003-3594-1858.
- Popiolek-Masajada Agnieszka** – As. Prof., Faculty of Fundamental Problems of Technology, Wrocław University of Science and Technology (Wrocław, Poland).
E-mail: Agnieszka.Masajada@pwr.edu.pl; ORCID 0000-0002-6813-9637.
- Porkuian Serhiy** – Senior Lecturer of Department of Construction, Urban and Spatial Planning, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: s.porkuian@gmail.com; ORCID 0000-0002-1413-1576.
- Prokopenko Pavlo** – graduate student of the department of cars and car economy, State University of Infrastructure and Technology (Kyiv, Ukraine).
E-mail: prokopenko1520mm@gmail.com; ORCID 0000-0002-1631-6590.
- Prosvirova Olga** – Ph.D. in Technology, doctoral student of department of railway and road transport, lift and care systems, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: prosvirova@ukr.net; ORCID 0000-0002-7034-8622.
- Radchenko Vladyslav** – undergraduate, department of operation and repair of rolling stock, Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv, Ukraine).
E-mail: dimmo@ex.ua; ORCID 0000-0003-3114-3816.
- Riazantsev Andrii** – postgraduate student of of the Faculty of IT and Electronics, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: drew.ryazancev@gmail.com; ORCID 0000-0002-1431-5682.
- Ryazantsev Olexandr** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Acting Head of the Department of Computer Science and Engineering, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: a_ryazantsev@snu.edu.ua; ORCID 0000-0002-3740-3132.
- Rymar Tetyana** – Dr. of Philosophy in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Chemical Engineering and Ecology Department, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: rymartatyana1975@gmail.com; ORCID 0000-0001-9724-8640.
- Ryndiuk Svitlana** – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer the Department of Construction, Municipal Facilities and Architecture, Vinnytsia National Technical University (Vinnytsia, Ukraine).
E-mail: runduyksv@gmail.com; ORCID 0000-0001-5779-5949.
- Safonova Svitlana** – Candidate of technical sciences, Associate Professor, Associate Professor of Computer Science and Engineering, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: safonova@snu.edu.ua; ORCID 0000-0002-3107-9490.
- Serhiienko Oksana** – Dr. of Philosophy in Technical Science, Associated Professor of Department of Railway and Road Transport, Lift and Care Systems, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: sergienko.o.v@gmail.com; ORCID 0000-0001-6981-1811.
- Shapovalova Iryna** – Dr. of Philosophy in corrosion, Associated Professor of Department of Chemical Engineering and Ecology, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: shapovalova_in@ukr.net; ORCID 0000-0001-9466-7962.

- Shepitko Oksana** – Senior Lecturer of the Department of Railway, Road Transport and Hoisting and Transport Machines, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: pan_kovka@ukr.net; ORCID 0000-0002-1224-9511
- Shevshenko Serhiy** – Dr. of Philosophy in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Railway, Automobile Transport and Hoisting-and-Transport Machines, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: shevchenko_si@snu.edu.ua; ORCID 0000-0002-9589-8583.
- Shparber Marina** – Master of Business Economics, Senior Lecturer of Department of Construction, Urban and Spatial Planning, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: shparber_m@ukr.net; ORCID 0000-0003-1296-7510.
- Shumova Larisa** – Cand.Sci.Tech, Associate Professor, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: shumova@ukr.net; ORCID 0000-0001-8113-5115.
- Shunichi Sato** – Doctor of Engineering, Professor of Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials, Tohoku University (Sendai, Japan).
E-mail: sato@tohoku.ac.jp; ORCID 0000-0002-0039-7162.
- Sitchenko Oleksandr** – student of department of programming and mathematics, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: aleksandrsitchenko@gmail.com; ORCID 0000-0003-0610-3097.
- Skiba Margarita** – Dr. of Philosophy in Technical Sciences, Associated Professor of Neorganic substances technology and Ecology Department, Ukrainian State University of Chemical Technology (Dnipro, Ukraine).
E-mail: margaritaskiba88@gmail.com; ORCID 0000-0003-4634-280X.
- Sokolan Iuliia** – Dr. of Philosophy in Technical Sciences, Associated Professor Civil Safety Department, Khmelnytskyi National University (Khmelnitskiy, Ukraine).
E-mail: sokolan.julia@gmail.com; ORCID 0000-0002-0273-5719.
- Sokolenko Kostiantyn** – postgraduate student, Assistant of the Department of Construction, urban Planning and spatial Planning, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: k96s@ukr.net; ORCID 0000-0003-3334-7855.
- Sokolenko Valerii** – Dr. of Philosophy in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction, Urban Planning and Spatial Planning, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: 13wms13@ukr.net; ORCID 0000-0002-5073-2694.
- Solovyov Gennady** – Ph.D., Associated Professor of Department of Railway, Road Transport and Hoisting and Transport Machines, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: solgenn46@gmail.com; ORCID 0000-0001-2345-6789.
- Šťastniak Pavol** – PhD, vice-head of department for science and research of department transport and handling machines, University of Žilina, (Žilina, Slovak republic).
E-mail: pavol.stastniak@fstroj.uniza.sk; ORCID 0000-0003-1128-7644.
- Strilkova Tetiana** – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of the Department of Microelectronics, Electronic Devices and Appliances, Kharkiv National University of Radio Electronics (Kharkiv, Ukraine).
E-mail: tetiana.strilkova@nure.ua; ORCID 0000-0003-4866-7077.
- Suvorin Olexander** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department of chemical engineering and ecology, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: avsvorin@ukr.net; ORCID 0000-0001-9251-5017.

- Svitlichna Oksana** – Senior Lecturer, Foreign Languages and Professional Communication Department, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: o.svitlichna@gmail.com; ORCID 0000-0002-9938-9647.
- Synhayivska Oleksandra** – doctor of Technical Sciences, Professor of Department of Town building, Kyiv National University of Construction and Architecture (Kyiv, Ukraine).
E-mail: o.syngaiivska@gmail.com, ORCID 0000-0003-1313-7201.
- Tarasiuk Volodymyr** – Ph.D., Assistant lecturer of City Development chair, Kyiv National University of Construction and Architecture (Kyiv, Ukraine).
E-mail: tarasyuk90@gmail.com; ORCID 0000-0003-4762-5668.
- Tatarchenko Galina** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department of Construction, Urban and Spatial Planning, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: tatarchenkogalina@gmail.com; ORCID 0000-0003-4683-0337.
- Timchenko Radomir** – Dr. of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Industrial, Civil and Urban Construction, Kryvyi Rih National University (Kryvyi Rih, Ukraine).
E-mail: radomirtimchenko@gmail.com; ORCID 0000-0002-0684-7013.
- Uvarov Pavlo** – Dr. of philosophy in technical sciences Associated Professor of Department of Construction, Urban and Spatial Planning, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: uvarov_p@ukr.net; ORCID 0000-0002-5660-6859.
- Vakulik Marina** – postgraduate student of department of railway and road transport, lift and care systems, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: vakulik@ukr.net; ORCID 0000-0002-0081-1271.
- Vasylenko Natalia** – Ph.D., Associate Professor of the Department of Technical Systems and Informatics, Luhansk Taras Shevchenko National University (Rubizhne, Ukraine).
E-mail: 0473nata@mail.ru; ORCID 0000-0001-5705-1018.
- Veshchev Volodymyr** – senior lecturer at the Department of Innovative Technologies, architectural environment design, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture (Kharkiv, Ukraine).
E-mail: vladimir.veshev@gmail.com; ORCID 0000-0002-6097-8022.
- Vetsner Yulana** – PhD in Inorganic Chemistry, Assistant of the Department of Chemical Technology of Inorganic Substances, Catalysis and Ecology, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" (Kharkiv, Ukraine).
E-mail: vetsner7@gmail.com; ORCID 0000-0002-9266-7843.
- Yezhov Pavlo** – Dr. of Philosophy in Optics and Laser Physics, Senior Researcher of Department of Coherent and Quantum Optics, Institute of Physics of the NAS of Ukraine (Kyiv, Ukraine).
E-mail: yezhov@iop.kiev.ua; ORCID 0000-0002-1575-138X.
- Zagorskiy Denis** – Postgraduate student of Department of Railway and Road Transport, Lift and Care Systems, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: deniszagorskiy@gmail.com; ORCID 0000-0002-4527-385X.
- Zubtsov Yevhen** – Dr. of Philosophy in Technical Sciences, Assistant professor Department of chemical engineering and ecology, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University (Severodonetsk, Ukraine).
E-mail: mining_07@i.ua; ORCID 0000-0002-4697-1975.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Авина Светлана Ивановна** – к.т.н., доц., доц. каф. химической технологии неорганических веществ, катализа и экологии Национального технического университета «Харьковский политехнический институт» (г. Харьков, Украина).
E-mail: svetlanaavina@gmail.com; ORCID 0000-0002-5037-8576.

- Архипова Виктория Викторовна** – к.т.н., доц., доц. каф. технологии неорганических веществ и экологии Украинского государственного химико-технологического университета (г. Днепр, Украина).
E-mail: yirt1@i.ua; ORCID 0000-0002-9722-5622.
- Аулин Дмитрий Александрович** – к.т.н., ст. преп., каф. эксплуатации и ремонта подвижного состава Украинской государственной академии железнодорожного транспорта (г. Харьков, Украина).
E-mail: aulin@kart.edu.ua; ORCID 0000-0002-7990-4808.
- Балковская Анна Владимировна** – инж. 1 кат. каф. железнодорожного, автомобильного транспорта и подъёмно-транспортных машин Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: balkovska@snu.edu.ua; ORCID 0000-0002-4505-7997.
- Барбарук Виктор Николаевич** – к.т.н., доц., директор центра усовершенствования образования Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: barbaruk_v@snu.edu.ua; ORCID 0000-0001-9558-0965.
- Барбарук Лина Викторовна** – ст. преп. каф. компьютерных наук и инженерии Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: barbaruk.angelina@gmail.com; ORCID 0000-0001-6639-3001.
- Барон Татьяна Александровна** – магистрант каф. промышленного, гражданского и городского строительства Криворожского национального университета (г. Кривой Рог, Украина).
E-mail: krbaron0@gmail.com; ORCID 0000-0001-6594-5126.
- Бронов Давид Геннадиевич** – магистрант каф. промышленного, гражданского и городского строительства Криворожского национального университета (г. Кривой Рог, Украина).
E-mail: bronovdavid14@gmail.com; ORCID 0000-0003-0983-3634.
- Бекшаев Александр Янович** – д.ф.-м.н., ст. науч. сотр., зав. лаборатории оптики и лазерной физики Научно-исследовательского института физики Одесского национального университета им. И.И. Мечникова (г. Одесса, Украина).
E-mail: bekshaev@onu.edu.ua; ORCID 0000-0003-4153-559X
- Белобородова Татьяна Александровна** – к.т.н., доц. каф. компьютерных наук и инженерии Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: beloborodova.t@gmail.com; ORCID 0000-0001-7561-7484.
- Белошицкая Наталья Ивановна** – к.т.н., доц., доц. каф. строительства, урбанистики и территориального планирования Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: beloshitska@ukr.net; ORCID 0000-0002-8840-2885.
- Белошицкий Николай Владимирович** – к.т.н., доц., доц. каф. строительства, урбанистики и пространственного планирования Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: beloshitskiy@ukr.net; ORCID 0000-0002-9935-4161.
- Бендебера Геннадий Николаевич** – ст. преп. каф. микроэлектроники, электронных приборов и устройств Харьковского национального университета радиоэлектроники (г. Харьков, Украина).
E-mail: hennadii.bendeberia@nure.ua; ORCID 0000-0002-0070-4927.
- Бербенец Инна Федоровна** – зав. сектором гидрологии Луганского областного центра гидрометеорологии (г. Лисичанск, Украина).
E-mail: innafedorivna29@gmail.com; ORCID 0000-0001-9763-0348.
- Беспалов Дмитрий Александрович** – асс. каф. городского строительства Киевского национального университета строительства и архитектуры (м. Киев, Украина).
E-mail: dmitry.bespalov@me.com; ORCID 0000-0002-0778-5627.

- Блинова Наталья Константиновна** – к.биол.н., доц., доц. каф. химической инженерии и экологии Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: blinovan.k@ukr.net; ORCID 0000-0002-4997-9067
- Булава Ярослава Владимировна** – студент-магистр каф. специализированных компьютерных систем Государственного высшего учебного заведения «Украинский государственный химико-технологический университет» (г. Днепр, Украина).
E-mail: bulavik87@gmail.com; ORCID 0000-0002-0981-0662.
- Бурейка Гинтаутас** – д.т.н., проф. Вильнюсского технического университета (г. Вильнюс, Литва).
E-mail: gintautas.bureika@vgtu.lt; ORCID 0000-0003-3934-0005.
- Вакулик Марина Михайловна** – асп. каф. железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: vakulik@ukr.net; ORCID 0000-0002-0081-1271.
- Василенко Наталья Афанасьевна** – к.ф.-м.н., доц., доц. каф. технических систем и информатики Луганского национального университета имени Тараса Шевченко (г. Рубежное, Украина).
E-mail: 0473nata@mail.ru; ORCID 0000-0001-5705-1018.
- Вещнер Юлана Игоревна** – к.т.н., асс. каф. химической технологии неорганических веществ, катализа и экологии Национального технического университета «Харьковский политехнический институт» (г. Харьков, Украина).
E-mail: vetsner7@gmail.com; ORCID 0000-0002-9266-7843.
- Вещев Владимир Евгеньевич** – ст. преп. каф. инновационных технологий дизайна архитектурной среды Харьковского национального университета строительства и архитектуры (г. Харьков, Украина).
E-mail: vladimir.veshev@gmail.com; ORCID 0000-0002-6097-8022.
- Герлицы Юрай** – проф., зав. каф. транспорта и подъемно-транспортных машин Жилинского университета в Жилине (г. Жилина, Словацкая республика).
E-mail: juraj.gerlici@fstroj.uniza.sk; ORCID 0000-0003-3928-0567.
- Гликин Марат Аронович** – д.т.н., проф. каф. химической инженерии и экологии Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: irene555@i.ua; ORCID 0000-0002-6502-4527.
- Гликина Ирина Маратовна** – д.т.н., проф. каф. химической инженерии и экологии Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: irene555@i.ua; ORCID 0000-0002-2307-1245.
- Головко Сергей Иванович** – д.т.н., проф., проф. каф. инженерной геологии и геотехники Государственного высшего учебного заведения «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры» (г. Днепр, Украина).
E-mail: golovko_pgasa@gmail.com; ORCID 0000-0003-1259-6844.
- Гончаров Виталий Викторович** – к.х.н., доц., доц. каф. медицинской и биологической физики, медицинской информатики и биостатистики Луганского государственного медицинского университета (г. Рубежное, Украина).
E-mail: milostiprosim@i.ua; ORCID 0000-0003-4861-6210.
- Горбунов Николай Иванович** – д.т.н., проф., зав. каф. железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: gorbunov0255@gmail.com; ORCID 0000-0002-8556-3392.
- Дёмин Ростислав Юрьевич** – д.т.н., и.о. директора филиала Научно-исследовательского и конструкторско-технологического института железнодорожного транспорта АО «Укрзалізниця»

- (г. Киев, Украина).
E-mail: r.domin@1520mm.com; ORCID 0000-0002-2283-8360.
- Дёмин Юрий Васильевич** – д.т.н., проф., проф. каф. железнодорожного, автомобильного транспорта и подъёмно-транспортных машин Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: domin1520.1435mm@gmail.com; ORCID 0000-0002-0226-2851.
- Деркач Марина Владимировна** – к.т.н., доц. каф. компьютерных наук и инженерии Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: derkach@snu.edu.ua; ORCID 0000-0001-8977-2776.
- Дижо Ян Янович** – доц., к.т.н., доц. каф. транспорта и подъёмно-транспортных машин Жилинского университета в Жилине (г. Жилина, Словацкая республика).
E-mail: jan.dizo@fstroj.uniza.sk; ORCID 0000-0001-9433-392X.
- Дорош Максим Игоревич** – магістр Київського національного університету будівництва і архітектури (м. Київ, Україна), ООО «А+С Украина» (г. Киев, Украина).
E-mail: doroshmaxym@gmail.com; ORCID 0000-0003-3717-9326.
- Дубовик Денис Дмитриевич** – м.н.с. Института технической механики Национальной академии наук Украины и Государственного космического агентства Украины (г. Днепр, Украина).
E-mail: denic3d@gmail.com; ORCID 0000-0002-8983-0646.
- Дубовик Татьяна Николаевна** – ст. преп. каф. мпциализированных компьютерных систем Государственного высшего учебного заведения «Украинский государственный химико-технологический университет» (г. Днепр, Украина).
E-mail: dubovyk.tatyana@gmail.com; ORCID 0000-0002-2359-2569
- Ежов Павел Валентинович** – к.ф.-м.н., с.н.с. отдела когерентной и квантовой оптики Института Физики НАН Украины (г. Киев, Украина).
E-mail: yezhov@iop.kiev.ua; ORCID 0000-0002-1575-138X
- Загорский Денис Владимирович** – асп. каф. железнодорожного, автомобильного транспорта и подъёмно-транспортных машин Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: deniszagorskiy@gmail.com; ORCID 0000-0002-4527-385X.
- Зубцов Евгений Иванович** – к.т.н., доц. каф. химической инженерии и экологии Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: mining_07@i.ua; ORCID 0000-0002-4697-1975.
- Калмыков Александр Сергеевич** – асп., асс. каф. микроэлектроники, электронных приборов и устройств Харьковского национального университета радиоэлектроники (г. Харьков, Украина).
E-mail: oleksandr.kalmykov@nure.ua; ORCID 0000-0003-4866-7077.
- Кара Сергей Витальевич** – к.т.н., начальник управления архитектуры Научно-исследовательского и опытно-конструкторского института железнодорожного транспорта АО «Укрзалізниця» (г. Киев, Украина).
E-mail: kara1520mm@gmail.com; ORCID 0000-0003-0401-6547.
- Кардашук Владимир Сергеевич** – к.т.н., доц., доц. каф. компьютерных наук и инженерии Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: kardashuk@snu.edu.ua; ORCID 0000-0002-7940-6753
- Керемет Михаил Анатольевич** – к.т.н., доц. каф. железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: mkeremet@ukr.net; ORCID 0000-0002-8007-4928.

- Керш Владимир Яковлевич** – к.т.н., проф., зав. каф. городского строительства и хозяйства Одесской государственной академии строительства и архитектуры (г. Одесса, Украина).
E-mail: vkersh@hotmail.com; ORCID 0000-0001-6085-5260.
- Кичкин Алексей Викторович** – ст. преп. каф. железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: kichkin@ukr.net; ORCID 0000-0001-5283-5403.
- Кичкина Елена Ивановна** – к.т.н., доц., проф. каф. железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: ki4kinaoi@ukr.net; ORCID 0000-0002-1077-5964.
- Климаш Андрей Александрович** – к.т.н., и.о. зав. каф. железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: kland-80@ukr.net; ORCID 0000-0002-4055-1195.
- Климаш Дарья Андреевна** – студентка Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: dakli03042008@gmail.com; ORCID 0000-0002-0009-4815.
- Клименко Александр Викторович** – ст. преп., каф. эксплуатации и ремонта подвижного состава Украинской государственной академии железнодорожного транспорта (г. Харьков, Украина).
E-mail: kaverrs@gmail.com; ORCID 0000-0003-0302-8626.
- Коверга Марк Александрович** – асп. каф. компьютерных наук и инженерии Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: healthunder@gmail.com; ORCID 0000-0001-9906-4845.
- Ковтанец Максим Владимирович** – к.т.н., доц., доц. каф. железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: kovtanetsm@gmail.com; ORCID 0000-0002-6804-7214.
- Ковтанец Татьяна Николаевна** – асп. каф. железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: kovtanect@gmail.com; ORCID 0000-0002-7187-6443.
- Козюберда Антон Анатольевич** – асп. каф. железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: Lafaet000@gmail.com; ORCID 0000-0003-0775-2638.
- Колесников Андрей Валерьевич** – к.т.н., доц., доц. каф. химии и экологии Одесской государственной академии строительства и архитектуры (г. Одесса, Украина).
E-mail: kolesnikovandrey2791@gmail.com; ORCID 0000-0001-8737-0933.
- Кортева Елена Викторовна** – асс. каф. железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: korteva@snu.edu.ua; ORCID 0000-0001-9825-492X.
- Кравченко Екатерина Александровна** – доц., к.т.н., науч. сотр. каф. транспорта и подъемно-транспортных машин Жилинского университета в Жилине (г. Жилина, Словацкая республика).
E-mail: kateryna.kravchenko@fstroj.uniza.sk; ORCID 0000-0002-3775-6288.
- Кравченко Инна Васильевна** – к.т.н., доц., доц. каф. химической инженерии и экологии Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: nitrousoxide@ukr.net; ORCID 0000-0002-8531-0512.

- Кришко Дмитрий Анатольевич** – к.т.н., ст. преп. каф. промышленного, гражданского и городского строительства Криворожского национального университета (г. Кривой Рог, Украина).
E-mail: dak.sf.amb@gmail.com; ORCID 0000-0001-5853-8581.
- Кузьменко Александр Васильевич** – к.ф.-м.н., вед. науч. сотр. отдела компьютерной оптики Института прикладной оптики НАН Украины (г. Киев, Украина).
E-mail: avk@iao.kiev.ua; ORCID 0000-0002-4289-5581.
- Кузьменко Сергей Валентинович** – к.т.н., доц., директор учебно-научного института транспорта и строительства Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: kuzmenko@snu.edu.ua; ORCID 0000-0003-0871-9864.
- Кукурудза Андриана Романовна** – магистр архитектуры каф. Архитектурного проектирования Института архитектура и дизайна Национального университета «Львовская политехника» (г. Львов, Украина).
E-mail: andriana.kukurudza@gmail.com; ORCID 0000-0002-6995-1133.
- Кучеренко Лилия Васильевна** – к.т.н., доц., доц. каф. строительства, городского хозяйства и архитектуры Винницкого национального технического университета (г. Винница, Украина).
E-mail: liliya13liliya13@gmail.com; ORCID 0000-0003-0348-3610.
- Ловская Алена Александровна** – к.т.н., доц., доц. каф. инженерии вагонов и качества продукции Украинского государственного университета железнодорожного транспорта (г. Харьков, Украина).
E-mail: alyonaLovskaya.vagons@gmail.com; ORCID 0000-0002-8604-1764
- Максимов Максим Валерьевич** – асс., каф. эксплуатации и ремонта подвижного состава Украинской государственной академии железнодорожного транспорта (г. Харьков, Украина).
E-mail: simplemakc84@gmail.com; ORCID 0000-0002-9317-9075.
- Матюк Данил Сергеевич** – соискатель высшего образования каф. компьютерных наук и инженерии Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: matiuk@snu.edu.ua; ORCID 0000-0001-5851-8433.
- Медведь Иван Иванович** – доц. каф. строительства, урбанистики и территориального планирования Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: iw.medwed@yandex.ua; ORCID 0000-0001-9988-9900
- Мельник Виталия Андреевна** – магистр архитектуры каф. архитектурного проектирования Института архитектуры и дизайна Национального университета «Львовская политехника» (г. Львов, Украина).
E-mail: vitusyamelnik@gmail.com; ORCID 0000-0001-8525-9908.
- Мищенко Елена Дмитриевна** – ст. преп. каф. городского строительства Киевского национального университета строительства и архитектуры (г. Киев, Украина).
E-mail: mischenko.od@knuba.edu.ua, ORCID 0000-0002-4493-9648.
- Мищенко Юрий Григорьевич** – ст. преп. каф. компьютерных наук и инженерии Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: mishchenko49@gmail.com; ORCID 0000-0002-5849-1848.
- Могила Валентин Иванович** – к.т.н., доц., проф. каф. железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: mogila@snu.edu.ua; ORCID 0000-0002-7101-515X.
- Моркляник Оксана Игоревна** – к. арх., доц., доц. каф. Архитектурного проектирования Института архитектуры и дизайна Национального университета «Львовская политехника» (г. Львов, Украина).
E-mail: o.morklyanyk@gmail.com; ORCID 0000-0001-9096-8098.

- Мохонько Виктория Ивановна** – к.геол.н., доц., доц. каф. химической инженерии и экологии Восточногоукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: maxtory2015@gmail.com; ORCID 0000-0002-4234-1757.
- Мурадян Арсен Олегович** – к.т.н., доц., доц. каф. эксплуатации портов и технологии грузовых работ Одесского национального морского университета (г. Одесса, Украина).
E-mail: Muradyan@ntt.od.ua; ORCID 0000-0002-6488-6627.
- Новикова Анастасия Николаевна** – асп. каф. инженерной экологии городов Харьковского национального университета городского хозяйства им. А.Н. Бекетова (г. Харьков, Украина).
E-mail: nastyamokhonko3010@gmail.com; ORCID 0000-0003-4063-0130.
- Ноженко Владимир Сергеевич** – к.т.н., проректор по научно-педагогической работе и коммуникациям Восточногоукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: vladymyrnozhenko@gmail.com; ORCID 0000-0003-3544-4958.
- Ожередова Марина Анатольевна** – к.т.н., доц., доц. каф. химической инженерии и экологии Восточногоукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: ozheredovama@ukr.net; ORCID 0000-0003-3862-1964.
- Осетрин Николай Николаевич** – к.т.н., проф., проф. каф. городского строительства Киевского национального университета строительства и архитектуры (г. Киев, Украина).
E-mail: n.osetrin@gmail.com; ORCID 0000-0001-7015-4679.
- Поддубный Сергей Васильевич** – ст. преп. каф. строительства, урбанистики и территориального планирования Восточногоукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: poddubniys@ukr.net; ORCID 0000-0003-1458-8784.
- Покрышка Сергей Анатолиевич** – асп. Восточногоукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: xakermans@gmail.com; ORCID 0000-0002-4092-1221.
- Полищук Александр Викторович** – м.н.с. каф. микроэлектроники, электронных приборов и устройств Харьковского национального университета радиоэлектроники (г. Харьков, Украина).
E-mail: sanyokhire@gmail.com; ORCID 0000-0002-8521-6809.
- Полищук Юлия Валериевна** – к.т.н., доц., доц. каф. технологии неорганических веществ и экологии Государственного высшего учебного заведения «Украинского государственного химико-технологического университета» (г. Днепр, Украина).
E-mail: yu.v.polishchuk@gmail.com; ORCID 0000-0003-1552-4117.
- Полупан Евгений Викторович** – к.т.н., доц. каф. железнодорожного, автомобильного транспорта и подъёмно-транспортных машин Восточногоукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: polupan_ev@snu.edu.ua; ORCID 0000-0003-3594-1858.
- Поркуян Сергей Леонидович** – ст. преп. каф. строительства, урбанистики и пространственного планирования Восточногоукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: s.porkuian@gmail.com; ORCID 0000-0002-1413-1576.
- Прокопенко Павел Николаевич** – асп. каф. вагоны и вагонное хозяйство Государственного университета инфраструктуры и технологий (г. Киев, Украина).
E-mail: prokopenko1520mm@gmail.com; ORCID 0000-0002-1631-6590.
- Просвинова Ольга Викторовна** – к.т.н., докторант каф. железнодорожного, автомобильного транспорта и подъёмно-транспортных машин Восточногоукраинского национального универ-

- ситета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: prosvirova@ukr.net; ORCID 0000-0002-7034-8622.
- Пятайкина Мария Игоревна** – асс. каф. микроэлектроники, электронных приборов и устройств Харьковского национального университета радиоэлектроники (г. Харьков, Украина).
E-mail: mariia.piataikina@nure.ua; ORCID 0000-0003-2448-4436.
- Радченко Владислав Степанович** – асс., каф. эксплуатации и ремонта подвижного состава Украинской государственной академии железнодорожного транспорта (г. Харьков, Украина).
E-mail: dimmo@ex.ua; ORCID 0000-0003-3114-3816.
- Рымар Тетяна Эрнстовна** – к.т.н., доц., доц. каф. химической инженерии и экологии Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: gumartatayana1975@gmail.com; ORCID 0000-0001-9724-8640.
- Рындюк Светлана Владимировна** – к.т.н., ст. преп. каф. строительства, городского хозяйства и архитектуры Винницкого национального технического университета (г. Винница, Украина).
E-mail: runduyksv@gmail.com; ORCID 0000-0001-5779-5949.
- Рязанцев Александр Иванович** – д.т.н., проф., и.о. заведующего каф. компьютерных наук и инженерии Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: a_ryazantsev@snu.edu.ua; ORCID 0000-0002-3740-3132.
- Рязанцев Андрей Александрович** – асп. ф-та информационных технологий и электроники Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: drew.ryazancev@gmail.com; ORCID 0000-0002-1431-5682.
- Сафонова Светлана Александровна** – к.т.н., доц., доц. каф. компьютерных наук и инженерии Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: safonova@snu.edu.ua; ORCID 0000-0002-3107-9490.
- Светличная Оксана Александровна** – ст. преп. каф. иностранных языков и профессиональной коммуникации Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: o.svitlichna@gmail.com; ORCID 0000-0002-9938-9647.
- Сергиенко Оксана Викторовна** – к.т.н., доц., доц. каф. железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: sergienko.o.v@gmail.com; ORCID 0000-0001-6981-1811.
- Сингаевская Александра Ивановна** – д.т.н., проф., проф. каф. городского строительства Киевского национального университета строительства и архитектуры (г. Киев, Украина).
E-mail: o.syngaivska@gmail.com; ORCID 0000-0003-1313-7201.
- Ситченко Александр Валерьевич** – студент каф. программирования и математики Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: aleksandrsitchenko@gmail.com; ORCID 0000-0003-0610-3097.
- Скиба Маргарита Ивановна** – к.т.н., доц., доц. каф. технологии неорганических веществ и экологии Украинского государственного химико-технологического университета (г. Днепр, Украина).
E-mail: margaritaskiba88@gmail.com; ORCID 0000-0003-4634-280X.
- Соколан Юлия Сергеевна** – к.т.н., доц. каф. гражданской безопасности Хмельницкого национального университета (г. Хмельницкий, Украина).
E-mail: sokolan.julia@gmail.com; ORCID 0000-0002-0273-5719.
- Соколенко Валерий Михайлович** – к.т.н., доц. каф. строительства, урбанистики и пространственного планирования Восточноукраинского национального университета имени Влади-

мира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: 13wms13@ukr.net; ORCID 0000-0002-5073-2694.

Соколенко Константин Валерьевич – асп., асс. каф. строительства, урбанистики и территориального планирования Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: k96s@ukr.net; ORCID 0000-0003-3334-7855.

Соловьев Геннадий Иванович – к.т.н., доц., доц. каф. железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: solgenn46@gmail.com; ORCID 0000-0001-2345-6789.

Стрелкова Татьяна Александровна – д.т.н., проф., проф. каф. микроэлектроники, электронных приборов и устройств Харьковского национального университета радиоэлектроники (г. Харьков, Украина).
E-mail: tetiana.strilkova@nure.ua; ORCID 0000-0003-4866-7077.

Суворин Александр Викторович – д.т.н., проф., заведующий кафедрой химической инженерии и экологии Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: avsuvin@ukr.net; ORCID 0000-0001-9251-5017.

Тарасюк Владимир Петрович – к.т.н., асс. каф. городского строительства Киевского национального университета строительства и архитектуры (г. Киев, Украина).
E-mail: tarasyuk90@gmail.com; ORCID 0000-0003-4762-5668.

Татарченко Галина Олеговна – д.т.н., проф., зав. каф. строительства, урбанистики и территориального планирования Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: tatarchenkogalina@gmail.com; ORCID 0000-0003-4683-0337.

Тимченко Радомир Алексеевич – д.т.н., проф., проф. каф. промышленного, гражданского и городского строительства Криворожского национального университета (г. Кривой Рог, Украина).
E-mail: radomirtimchenko@gmail.com; ORCID 0000-0002-0684-7013.

Уваров Павел Евгеньевич – к.т.н., доц., доц. каф. строительства, урбанистики и пространственного планирования Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: uvarov_p@ukr.net; ORCID 0000-0002-5660-6859.

Филатьев Михаил Владимирович – д.т.н., доц., проф. каф. строительства, урбанистики и территориального планирования Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: Mfilatev@gmail.com; ORCID 0000-0001-5608-6737.

Филимоненко Константин Вадимович – к.т.н., доц., доц. каф. электрической инженерии Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: kostiantyn.kun@gmail.com; ORCID 0000-0001-9264-4767.

Филимоненко Нина Николаевна – к.т.н., доц., доц. каф. электрической инженерии Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: kostiantyn.kun@gmail.com; ORCID 0000-0003-1867-3812.

Фомин Алексей Викторович – д.т.н., проф., проф. каф. вагоны и вагонное хозяйство Государственного университета инфраструктуры и технологий (г. Киев, Украина).
E-mail: fominaleksejviktorovic@gmail.com; ORCID 0000-0003-2387-9946.

Фомин Владимир Викторович – к.т.н., Департамент вагонного хозяйства АТ «Укрзалізниця» (г. Киев, Украина).
E-mail: fominaleksejviktorovic@gmail.com; ORCID 0000-0002-8725-1106.

- Фощ Алена Викторовна** – к.т.н., доц., доц. каф. городского строительства и хозяйства Одесской государственной академии строительства и архитектуры (г. Одесса, Украина).
E-mail: foshch@ogasa.org.ua; ORCID 0000-0003-1299-1094.
- Хлопицкий Алексей Александрович** – к.т.н., доц., доц. каф. технологии неорганических веществ и экологии Украинского государственного химико-технологического университета (г. Днепр, Украина).
E-mail: ahlopitskiy@gmail.com; ORCID 0000-0002-5129-768X.
- Хмельницкий Дмитрий Богданович** – студент 4 курса группы КИ-17д факультета ИТ та электроники Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: dimon22052000@gmail.com; ORCID 0000-0003-1306-8496.
- Хорошун Анна Николаевна** – к.ф.-м.н., доц., доц. каф. строительства, урбанистики и территориального планирования, доц. каф. компьютерных наук и инженерии Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: an_khor@i.ua; ORCID 0000-0002-1272-1222.
- Чердниченко Александра Петровна** – студентка V курса факультета урбанистики и пространственного планирования Киевского национального университета строительства и архитектуры (г. Киев, Украина).
E-mail: rqmshrk13@gmail.com, ORCID 0000-0003-0445-2816.
- Чердниченко Петр Петрович** – доц. каф. городского строительства Киевского национального университета строительства и архитектуры (г. Киев, Украина).
E-mail: petro_che@ukr.net, ORCID 0000-0001-7161-661x.
- Черных Олег Анатольевич** – к.т.н., доц., доц. каф. архитектуры и градостроительства Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: grafikchernih@gmail.com; ORCID 0000-0003-0792-5535.
- Черняк Анна Юрьевна** – к.т.н., доц., с.н.с. каф. железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: anchernyak1520mm@gmail.com; ORCID 0000-0002-1297-8212.
- Шаповалова Ирина Николаевна** – к.т.н., доц., доц. каф. химической инженерии и экологии Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: shapovalova_in@ukr.net; ORCID 0000-0001-9466-7962.
- Шевченко Сергей Иванович** – к.т.н., доц. каф. железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: shevchenko_si@snu.edu.ua; ORCID 0000-0002-9589-8583.
- Шепитько Оксана Викторовна** – ст. преп. каф. железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: pan_kovka@ukr.net; ORCID 0000-0002-1224-9511.
- Шпарбер Марина Евгеньевна** – магистр экономики предприятия, ст. преп. каф. строительства, урбанистики и пространственного планирования Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: shparber_m@ukr.net; ORCID 0000-0003-1296-7510.
- Штястниак Павол** – к.т.н., зам. зав. каф. по науке и исследованиям каф. транспорта и подъемно-транспортных машин Жилинского университета в Жилине (г. Жилина, Словацкая республика).
E-mail: pavol.stastniak@fstroj.uniza.sk; ORCID 0000-0003-1128-7644.

Шумова Лариса Александровна – к.т.н., проф. Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля (г. Северодонецк, Украина).
E-mail: shumova@ukr.net; ORCID 0000-0001-8113-5115.

Наукове видання

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В НАУЦІ ТА ОСВІТІ

Оригінал-макет	<i>Соколенко К.В. Погорелова Т.В.</i>
Дизайн емблеми	<i>Дубовик А.О.</i>

Підписано до друку 29.04.2019.
Формат 70×100^{1/16}. Гарнітура Times.
Умов. друк. арк. 10,8. Обл.-вид. арк. 12,5.
Наклад 100 прим. Вид. № 3321. Замов. № 12(2020).
Ціна договірна.

**Видавництво Східноукраїнського національного університету
імені Володимира Даля**

Свідоцтво про реєстрацію: серія ДК № 1620 від 18.12.03 р.

Адреса видавництва: просп. Центральний, 59а
м. Северодонецьк, 93400
E-mail видавництва: vidavnictvosnu.ua@gmail.com

Надруковано:
Відділ технічного обслуговування СНУ ім. В. Даля
Адреса: просп. Центральний, 59а
м. Северодонецьк, 93400