



ECOLOGY
RESOURCES
ENERGY

**РОБОЧА ПРОГРАМА
ТА ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ**

УКРАЇНА
КИЇВ
23-25
ЛИСТОПАДА
2022

МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ

ЕКОЛОГІЯ. РЕСУРСИ. ЕНЕРГІЯ

БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНІ ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЕФЕКТИВНІ
ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АРХІТЕКТУРІ
ТА БУДІВНИЦТВІ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВАРШАВИ, РЕСПУБЛІКА ПОЛЬЩА
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЛЮБЛІНА, РЕСПУБЛІКА ПОЛЬЩА
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЧЕНСТОХОВА, РЕСПУБЛІКА ПОЛЬЩА

ERE-2022



КИЇВСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА
І АРХІТЕКТУРИ



ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ВАРШАВИ



ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ЛЮБЛІНА

**POLI
TECH
NIKA**

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ЧЕНСТОХОВА

РОБОЧА ПРОГРАМА ТА ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ III-ї МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

ЕКОЛОГІЯ. РЕСУРСИ. ЕНЕРГІЯ

**БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНІ ЕКО - та ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ,
РЕУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ
В АРХІТЕКТУРІ, БУДІВНИЦТВІ ТА СУМІЖНИХ ГАЛУЗЯХ**

КИЇВ
23-25 листопада 2022

КЕРІВНИЦТВО КОНФЕРЕНЦІЇ

КУЛІКОВ Петро, ректор КНУБА, Україна – голова

ПРИЙМАК Олександр, декан факультету, КНУБА, Україна – заступник голови

Члени наукового комітету:

Борис Басок – Україна;	Віктор Мілейковський – Україна;
Марія Валері – Польща;	Мустафа Мустафаєв – Азербайджан;
Олексій Васільєв – США;	Нуртач Оз – Туреччина;
Олена Волошкіна – Україна;	Анжей Осядач – Польща;
Валентин Глива – Україна;	Яніна Пікутін – Польща;
Гіві Гавардашвілі – Грузія;	Костянтин Предун – Україна;
Микола Гомеля – Україна;	Тетяна Пріхна – Україна;
Степан Епоян – Україна;	Ярослав Романюк – Швейцарія;
Василь Желих – Україна;	Генрік Собчук – Польща;
Геннадій Жук – Україна;	Тетяна Ткаченко – Україна;
Олександр Ковальчук – Україна;	Ованес Токмаджян – Вірменія;
Геннадій Кочетов – Україна;	Адам Уйма – Польща;
Тетяна Кривомаз – Україна;	Малгожата Улевич – Польща;
Микола Крупа – Україна;	Наталія Фіалко – Україна;
Микола Кузь – Україна;	Мацеї Хачиковський – Польща;
Валерій Макаренко – Україна;	Сорая Хейс-Асбішер – Німеччина;
Сергій Максимов – Україна;	Віктор Хоружий – Україна;
Маргарян Артур – Вірменія;	Анета Чеховська-Косацька – Польща
Сергій Мартинов – Україна;	

РЕГЛАМЕНТ

23 листопада (середа)

10:00 – 12:00	Відкриття конференції, пленарне засідання
12:20 – 17:00	пленарне засідання

24 листопада (четвер)

10:00 – 12:30	I секційне засідання
12:30 – 16:00	II секційне засідання

25 листопада (п'ятниця)

10:00 – 12:00	III секційне засідання
12:00	Прийняття рішення та закриття конференції

ПАРТНЕРИ КОНФЕРЕНЦІЇ:



РОБОЧА ПРОГРАМА
ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ
23 листопада 2022 р., 10:00

Вітальні виступи керівництва та партнерів конференції

Пленарні доповіді:

1. **Борис БАСОК** Енергетика України: стан, заходи та відновлення; модернізація та зростання
2. **Тетяна ПРИХНА, Геннадій КОЧЕТОВ** Феритизаційна переробка промислових стічних вод і шламів з утилізацією відходів у будівельних матеріалах спеціального призначення
3. **Natalia BRYCHT, Zbigniew RESPONDEK, Małgorzata ULEWICZ** Selected aspects of the gravity ventilation work in single-family houses after thermorenovation
4. **Анджей Я. ОСІАДАЧ, Мацей ХАЧИКОВСЬКИЙ** Аналіз трубопровідного транспортування суміші водню та природного газу
5. **Maciej CHACZYKOWSKI, Andrzej J. OSIADACZ** Визначення лінійного блоку системи трубопроводів природного газу для зберігання хімічної енергії
6. **Jacek CZERWIŃSKI** The use of hydrodynamic cavitation to remove organic and microbiological contaminants in a self-service car wash
7. **Jacek CZERWIŃSKI** The use of waste - PET for the production of an endocrine inactive plasticizer -- di (2-ethylhexyl) terephthalate
8. **Tetiana TKACHENKO** «Green constructions» – prospective biotechnology for post-war building restoration
9. **Валентин ГЛИВА** Modeling the propagation of electromagnetic fields of electrical equipment for the purposes of civil safety and energy saving
10. **Tetiana KRYVOMAZ** ESG Principles for Green Recovery of Ukraine
11. **Валерій МАКАРЕНКО, Сергій МАКСИМОВ** Вплив деструкції бетону т деградації арматури на довговічність залізобетонних конструкцій морських причалів
12. **Олена ВОЛОШКІНА** Впровадження елементів STEM- освіти у навчальний процес підготовки інженерів
13. **Микола КРУПА** Photoelectric and thermoelectric energy sources. Problems and perspectives

14. **Геннадій ЖУК** Забезпечення потреб України альтернативним газовим паливом, з врахуванням вирішення проблем екології та змін клімату

15. **Tomasz CHOLEWA** On the influence of forecast control of heating system on energy consumption in buildings

16. **Олександр ПРИЙМАК** Декарбонізація систем централізованого теплохолодопостачання

Основні тематичні напрямки:

Екосистеми та водні ресурси. Інженерія. Технології

1. **Валерій Фролов, Тетяна Ткаченко, Ігор Купінський**

Екологічна конституція землі – останній шанс виживання людства

2. **Тетяна Ткаченко, Віктор Мілейковський, Роман Глущенко, Олексій Ткаченко**

"Зелені конструкції" – перспективна біотехнологія післявоєнного відновлення будівель

3. **Володимир Михайленко, Олексій Антонов**

Вплив виробничих відносин у суспільстві на стан довкілля

4. **Назарій Негода, Олена Жукова**

Вплив змін клімату на життєвий цикл будівель

5. **Світлана Маджд, Валерій Фролов, Лариса Черняк**

Донні відклади – індикатор рівня екологічної небезпеки поверхневих водойм

6. **Olena Voloshkina, Sipakov Rostyslav, Olena Zhukova, Artem Honcharenko**

The role of science technology engineering & mathematics (stem) education in the development of civil engineering skills

7. **Ihor Satin, Tetyana Romanova, Olena Panchenko**

Determination of norms for the provision of household waste removal services for settlements of the mountain rural united territorial community

8. **Ihor Satin, Serhii Khytruk, Olena Panchenko**

Overview of the technologies of the collection, transportation, recovery and disposal of municipal solid waste

9. **Олена Котовенко, Олена Мірошниченко, Ілона Андрющенко, Юлія Тарабанова**

Сучасні тенденції розвитку атомної енергетики та її техногенні радіаційні аспекти

Водопостачання та водовідведення. Інженерія. Технології

1. ***Світлана Величко, Олена Дупляк***
Методи боротьби з пластиковими відходами в водних об'єктах, огляд світового досвіду
2. ***Тамара Шевченко, Валерій Безпалий***
Застосування ВІМ-моделювання для проєктування інженерних мереж
3. ***Юрій Копаниця, Оксана Нечипор, Нестан Таварткіладзе***
Дослідження чотирьох варіантів визначення гідростатичного тиску на плоску поверхню методом трьох команд K123
4. ***Юрій Копаниця, Віктор Поліщук***
Аналіз впливу чинників на корозійну стійкість каналізаційного трубопроводу
5. ***Валерій Макаренко, Тетяна Аргатенко, Віктор Поліщук, Юлія Макаренко***
Дослідження аварійних трубопроводів
6. ***Лариса Саблій, Вероніка Жукова, Людмила Єпішова***
Вдосконалення технології локального очищення стічних вод м'ясокомбінату
7. ***Валентин Сварковський, Тетяна Хомуцька***
Застосування системи оборотного водопостачання на північному гірничо-збагачувальному комбінаті
8. ***Анастасія Снитко, Геннадій Кочетов, Микола Монастир'юв***
Комплексне очищення стічних вод гальванічних виробництв з використанням магнітних наносорбентів
9. ***Степан Епоян, Тамара Айрапетян, Олександр Гайдучок, Олена Костенко, Олександр Вельможний***
Інтенсифікація роботи трубчастого змішувача систем господарсько-питного водопостачання
10. ***Володимир Михайленко, Олексій Антонов, Ольга Лук'янова, Євген Лук'янов, Олександр Хінєвіч, Тамара Вітковська***
Отримання металоксидних анодів, що не містять благородних металів.
11. ***Віктор Хоружий, Артем Ломако, Ігор Недашковський***
Водопостачання населених пунктів з поверхневих водних джерел, що постраждали під час воєнного стану
12. ***Валентина Юрченко, Юлія Левашова, Катерина Сорокіна, Наталя Телюра***
Вплив скиду стічних вод на потенційну активність самоочищення природних водойм від сполук азоту

13. *Олена Гіжа, Тетяна Толмачова*

Підпертий гідравлічний стрибок після гасителів енергії

14. *Андрій Кравчук, Олександр Кравчук, Артем Ломако, Ольга Кравчук*

Зміна параметрів збірних дренажних трубопроводів при пропуску транзитної витрати

15. *Олександр Квартенко, Ігор Присяженюк*

Моделювання процесу біологічного знезалізнення підземних вод в контактному завантаженні біореакторів

16. *Дмитро Пахомов, Геннадій Кочетов, Дмитро Самченко*

Розробка ресурсозберігаючого методу очистки стічних вод від сполук хрому (VI)

17. *Ірина Обертас*

Моделювання і розрахунки кисневого режиму при вилученні заліза із підземних вод фільтруванням

18. *Світлана Потапенко, Олександр Кравченко*

Забезпечення перспективного довгострокового планування у сфері водопостачання та водовідведення в Україні

19. *Олександр Кравченко, Тетяна Куба, Олег Бакуновський*

Пересувні комплекси забору і очищення води для забезпечення людей питною водою в умовах відсутності централізованого водопостачання

20. *Вадим Орел, Оксана Мацієвська, Іреней Балабух*

Ефективність розчинення порожнин у кам'яній солі затопленими струменями води

21. *Інга Уряднікова*

Актуальність визначення і управління техногенними ризиками, які виникають в системах водоочищення в теплоенергетиці для підвищення їх надійності і безпеки експлуатації

22. *Сергій Шаманський, Дмитро Кітов*

Вимірювання кількостей та витрат стічних вод в контексті досягнення сталого розвитку

23. *Валерій Макаренко, Олена Панченко*

Дослідження причин деградації металу гідротехнічних конструкцій

Опалення, вентиляція та кондиціонування. Інженерія. Технології

1. *Василь Арсірій, Петро Рябоконт, Олександр Крошка, Олег Кравченко*

Підвищення надійності та економічності систем теплопостачання за рахунок вдосконалення динамічних процесів

2. Анна Москвітінна, Марія Шишина, Микола Корчмінський

Еколого-економічні аспекти використання систем кондиціонування зі змінною витратою повітря для адміністративних будівель.

3. Віктор Петренко, Анатолій Петренко, Ірина Голякова, Вікторія Петренко

Прогнозування залежності температури внутрішнього повітря від зміни робочих характеристик системи водяного опалення

4. Ірина Клімова, В'ячеслав Мойсеєнко

Аналіз відповідності вікон новітнім вимогам з енергоефективності

5. Любов Макаренко, Олександр Приймак

Кратність повітрообміну як засіб забезпечення вимог до чистоти повітря на основі високоефективних фільтрів

6. Андрій Гавриш

Про сучасні поверхні теплообміну і умовний цикл конденсації

7. Анатолій Макаров, Андрій Ходос, Михайло Кирієнко, Михайло Сенчук

Енергоефективні вакуум-випарні установки для концентрування в молочній промисловості

8. Юрій Франчук, Вікторія Коновалюк

Особливості експлуатації газорозподільної системи України під час воєнного стану

9. Василь Желих, Юрій Фурдас, Володимир Шепітчак, Богдан Пізнак

Дослідження теплоповітряної ефективності стіни тромбе для модульному будинку

10. Сергій Рибачов

Удосконалення конструкції місцевої системи вентиляції фарбувальних та фарбувально-сушильних камерах

11. Костянтин Предун

Аналіз галузевих трансформацій в енергетиці України на ґрунті біосферосумісності

12. Віктор Мілейковський, Дар'я Вакуленко

Дослідження теплообмінних процесів у тонких каналах регенеративного провітрювача

13. Володимир Вахула

Аналіз розвитку повітряних потоків при витісняючій вентиляції в музейних приміщеннях

14. *Юрій Євдокименко, Олександр Задоянний*

Часовий моніторинг функції генерації ентропії потоку вентиляційного повітря по показнику ексергетичної температурної функції при технологічному кондиціонуванні повітря в теплий період року

15. *Максим Микитенко, Олександр Любарець*

Аналіз складових чинників, що впливають на стан знепилення аспіраційних викидів

16. *Олександр Задоянний, Андрій Верхогляд*

Часовий моніторинг функції генерації ентропії потоку вентиляційного повітря по показнику ексергетичної температурної функції при комфортному кондиціонуванні в холодний період року

17. *Владислав Грищенко*

Перехід України на технічні регламенти з екодизайну

18. *Ірина Шита*

ТОВ Віссман Україна: створюємо життєві простори для майбутніх поколінь

Використання теплової енергії. Нетрадиційні джерела енергії

1. *Юрій Елькін, Олександр Воїнов*

Про проблеми сучасної енергетики та шляхи їх вирішення

2. *Юрій Човнюк, Анна Москвітінна, Ірина Пефтєва*

Визначення оптимальних співвідношень розмірів ґрунтових акумуляторів теплоти, обмежених теплоізоляційними шарами.

3. *Борис Басок, Олександр Недбайло, Ігор Божко, Володимир Мартенюк*

Особливості аналітичного розрахунку параметрів теплопередачі через багат шарову огорожувальну конструкцію в нестационарному режимі

4. *Павло Гламаздин, Наталія Швачко*

Оптимізація систем централізованого тепlopостачання в умовах зниження теплового навантаження

5. *Євген Кулінко, Володимир Скочко, Олександр Погосов*

Управління фізичними і геометричними параметрами зовнішніх огорожувальних конструкцій на основі дискретного моделювання теплообміну будівель

6. *Олександр Шаповал, Наталія Чепурна*

Аналіз роботи повітряних теплових насосів в медичній установі м. Києва

7. *Наталія Сорокова, Юлія Кольчик*

Інтенсифікація сушіння деревної біомаси для виробництва паливних пелет

8. Рудольф Шварценбергер, Павло Гламаздін

Напрямки розвитку конструкцій водогрійних жаротрубно-димогарних котлів для систем централізованого теплопостачання

10. Борис Басок, Борис Давиденко, Оксана Лисенко, Світлана Гончарук, Сергій Андрейчук

Ефективне управління теплоспоживанням будівлі при використанні індивідуальних теплових пунктів

11. Кирило Баранчук, Павло Гламаздін

Перспективні напрямки розвитку абонентських вводів

12. Борис Басок, Борис Давиденко, Лілія Кужель, Володимир Новіков

Дослідження теплопередачі через віконні склопакети з низькоемісійним покриттям, що встановлені в «розумному» будинку пасивного типу

13. Сергій Апостолака, Микола Соколенко

Балансування енергетичної системи споживачами із керованим навантаженням – досвід впровадження у водогосподарських організаціях Держводагентства

14. Євген Нікітін

Цілісний підхід к енергетики та секторам споживання енергії

Фундаментальні та прикладні наукові дослідження. Ефективність. Новітнє проектування та експлуатація

1. Григорій Краснянський, Ірина Азнаурян, Олег Бесараб

Оцінка характеристик електромагнітного екранування при проектуванні облицювальних будівельних матеріалів

2. Наталія Бурдейна, Яна Бірук

Використання рідких композиційних матеріалів для екранування електромагнітних полів промислової частоти, дуже високих та ультрависоких частот

3. Юрій Мешков, Ольга Войтович

Дослідження впливу корозії на конструкційні елементи автомобілів

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

Екосистеми та водні ресурси. Інженерія. Технології

Валерій Фролов, доктор технічних наук

Тетяна Ткаченко, доктор технічних наук

Ігор Купінський, аспірант

Київський національний університет будівництва і архітектури

ЕКОЛОГІЧНА КОНСТИТУЦІЯ ЗЕМЛІ – ОСТАННІЙ ШАНС ВИЖИВАННЯ ЛЮДСТВА

Ідея створення необхідного для всього людства правового акта, який забезпечить виживання всього живого на планеті Земля, не є новою. Ця ідея виникла ще в 90-ті роки минулого століття і стала результатом активного пошуку науковців всього світу шляхів подолання екологічної кризи планетарного масштабу.

Першим стратегічним завданням має бути стабілізація населення світу. При цьому слід розробити заходи для створення в кожній країні світу умов, необхідних для так званої демографічної стабілізації.

Другим стратегічним завданням повинно стати швидке створення і розвиток природозберігаючих технологій. Особливо це стосується енергетики, транспорту, сільського господарства, будівельної промисловості та виробництва.

Третє стратегічне завдання – це всеохоплююча і повсюдна зміна в економічних «правилах гри», за допомогою яких ми вимірюємо вплив наших рішень на довкілля.

Четверте стратегічне завдання – це проведення переговорів і укладання нової генерації міжнародних угод, в яких буде визначено міжнародні правові системи регулювання, конкретні заборони та механізми впровадження і планування, стимули, санкції і взаємні зобов'язання.

П'яте стратегічне завдання – це створення спільного плану екологічної освіти громадян усього світу щодо нашого глобального довкілля.

Тетяна Ткаченко, доктор технічних наук

Віктор Мілейковський, доктор технічних наук

Роман Глущенко, аспірант

Олексій Ткаченко, студент

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна, Київ

"ЗЕЛЕНІ КОНСТРУКЦІЇ" - ПЕРСПЕКТИВНА БІОТЕХНОЛОГІЯ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ

«Зелені конструкції», до яких ми відносимо поєднання архітектурних конструкцій з живими рослинами, виконують ряд функцій, які не тільки перекликаються з вимогами концепції сталого розвитку, а й роблять ці технології перспективними для післявоєнного відновлення будівель:

- підвищення енергоефективності – подолання енергетичної бідності та посилення енергонезалежності країни;
- відведення дощових вод з автошляхів – підвищення надійності транспорту, уникнення затоплення підвалів;
- оптимізація трамвайних колій – висадження рослин задля зменшення трамвайного шуму;
- поліпшення якості повітря приміщень – очищення від забруднення, пилу та хвороботворних мікроорганізмів і вірусів, насичення киснем;
- покращення екологічної ситуації – очищення повітря населених пунктів, збільшення природного різноманіття тощо;
- пасивна післявоєнна реабілітація завдяки максимальному наближенню середовища до природного, що знижує рівень стресу і заспокоює.

Крім того, сучасні вертикальні та горизонтальні конструкції можуть успішно застосовуватися для маскуванню об'єктів промислового та цивільного будівництва, бомбосховищ. У цьому напрямку ми маємо практичні розробки щодо більш ефективного застосування вертикального та покрівельного озеленення.

Наші розробки та результати досліджень дозволяють науково обґрунтовано і системно впроваджувати «зелені конструкції» для досягнення максимальної ефективності, а також для впровадження необхідних ДСТУ: «Сертифікація в зеленому будівництві»; «Зелені конструкції»; «Оцінювання енергоефективності зелених конструкцій».

Володимир Михайленко, кандидат технічних наук

Олексій Антонов, кандидат технічних наук

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України.

ВПЛИВ ВИРОБНИЧИХ ВІДНОСИН У СУСПІЛЬСТВІ НА СТАН ДОВКІЛЛЯ

Доповідь спрямована на дослідження актуальної проблеми соціоекології – причин та наслідків можливого ресурсного виснаження, а також встановлення можливості його відвернення. Дані дві класифікації природних ресурсів з точки зору екології: за їх відновністю та за можливістю використання.

На основі поняття про межу Ларуша сформульований закон ресурсного балансу суспільства, який пов'язує суспільну продуктивність праці з густиною населення та вичерпанням наявних природних ресурсів. Цей закон є іншою формою запису балансу суспільного виробництва та споживання ресурсів. Показані наслідки його порушення.

Досліджено дію абіотичних, біотичних та антропогенних факторів на швидкість вичерпання наявних природних ресурсів та показано вирішальну роль науково-технічного прогресу у розвитку ресурсної бази суспільства шляхом перетворення ресурсів майбутнього на перспективні, а останніх – на поточні ресурси. Визначено, що науково-технічний прогрес є вирішальним чинником у відтермінуванні людством та окремими народами ресурсної катастрофи. Проведене дослідження суспільної структури дає змогу зробити висновок про вирішальну роль виробничих відносин у впровадженні нових науково-технічних

рішень у виробництво. Дана основа класифікації суспільств на основі трьох вирішальних виробничих відносин: типу власності та стимулів до праці (насильницький примус, змішана система, економічний примус); становий або безстановий характер суспільства і наявність або відсутність соціальних ліфтів; доля доходу, яка відчужується у його виробника, привласнюється та розподіляється іншими особами), що дає змогу віднести їх до певної категорії. Зроблено висновок, що невідповідність виробничих відносин продуктивним силам призводить до деградації людини праці, й згодом – до істотного збільшення аварійності виробництва. Останнє є передвісником наближення ресурсної катастрофи, яка і знищує відстале суспільство, змушуючи відповідну спільність людей перейти до іншого суспільного ладу під загрозою зникнення. Значним гальмом на цьому шляху є імперський характер держави, яка об'єднує народи, що знаходяться на різних щаблях історичного процесу.

Назарій Негода, аспірант

Олена Жукова, кандидат технічних наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ БУДІВЕЛЬ

Проблема глобальної зміни є однією з найважливіших проблем суспільства. Така актуальність зумовлена тим, що зміна кліматичних параметрів має суттєвий вплив на економічну сферу, екологічну ситуацію, соціальне та політичне життя, будівельну галузь.

При забудові міських кварталів у складних природно-кліматичних умовах поряд з містобудівними та архітектурно-планувальними методами організації житлових структур одним з ключових моментів є правильний підбір огорожувальних матеріалів та конструкцій. Особливу увагу необхідно приділяти їх фізичним властивостям, тепловій провідності, питомому опору, оптичній рефлексивності та т.п. Необхідно також враховувати район розміщення об'єкта будівництва, оскільки завдяки кліматоутворюючим факторам макро- та мікро масштабу (радіаційні умови, вітровий режим, форма мезо- та мікрорельєфу, рослинність, ґрунт, безпосередня близькість моря, навколишня забудова і т.д.) та їх спільному впливу у різних районах міста різниця температури та вологості може бути значною.

Дослідження зміни температури та вологості повітря, а також вітрових умов є вихідною інформацією при розрахунку фізичних параметрів, що застосовуються в умовах гарячого мікроклімату огорожувальних матеріалів конструкцій без їх деформацій та руйнування в ході експлуатації. При цьому необхідно враховувати рівень комфорту для людей, які проживають у цих будівлях.

Для аналізу наслідків змін кліматичних параметрів міста Києва було використано результати спостережень за температурою повітря та кількістю опадів з метеорологічних станцій міста за період 1881 – 2020 рр., а також відхилення від норми середньої місячної температури повітря та місячної кількості опадів. Для прогнозування змін основних кліматичних параметрів було

використано статистичний метод прогнозування. Суттю використання методу є математичний опис зміни основних кліматичних параметрів протягом певного проміжку часу.

Аналіз кількості опадів, які є одним із найважливіших характеристик клімату, відповідно за період дослідження його величина змінювалась в межах $\pm 10\%$. Водночас відбувається зміна кількості та характер, інтенсивність. Для Києва за середньорічною кількістю опадів (у порівнянні з кліматичною нормою) зменшилась на майже 8 %. Відмічається їх перерозподіл відповідно до сезону: взимку спостерігається зменшення на майже на 18%, восени збільшення майже на 20%. Випадання опадів все частіше супроводжується небезпечними погодними явищами (зливи, град, шквальний вітер, смерчі).

Межі наших досліджень обмежені територією міста, де зростання температури за досліджуваний період значно випереджав темпи її збільшення по всьому світі в середньому на $0,25^{\circ}\text{C}$ за 10 років. У Києві температура повітря за досліджуваний період зросла на $0,7\text{--}1,2^{\circ}\text{C}$ у порівнянні з кліматичною нормою, аномалії середньорічної температури за досліджуваний період перевищують 3°C . При цьому слід зазначити, що зростання температури спостерігається в усі місяці з різною інтенсивністю. Наприклад, середня температура повітря в Києві найбільше зросла в січні (на $2,5^{\circ}\text{C}$) та липні (на $2,1^{\circ}\text{C}$), а найменше – в грудні (на $0,2^{\circ}\text{C}$) та жовтні (на $0,4^{\circ}\text{C}$). При більш детальному дослідженні сезонних змін слід зазначити, що найсуттєвіші зміни температури повітря спостерігаються влітку та становлять $1,5^{\circ}\text{C}$, а найменші взимку.

Такі зміни зумовили зростання конвективно доступної потенційної енергії атмосфери, швидкості висхідних потоків, підвищення рівня конденсації та рівня конвекції та привели до збільшення нестійкості атмосфери та інтенсивності конвекції. Внаслідок таких змін на території міста зростає повторюваність та інтенсивність конвективних явищ погоди, зливова складова опадів. Практично не викликає сумнівів і збільшення числа днів з грозою, зливою, градом, шквалом протягом останніх трьох десятиріч.

Світлана Маджд, доктор технічних наук

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління

Валерій Фролов, доктор технічних наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

Лариса Черняк, кандидат технічних наук

Національний авіаційний університет

ДОННІ ВІДКЛАДИ – ІНДИКАТОР РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОЙМ

Динаміка перерозподілу забруднювачів у водній екосистемі, а саме у водних масах, біоті, донних відкладах, є важливим критерієм визначення екологічного стану водного об'єкту в умовах антропогенного впливу на нього. Дослідження стану донних відкладів, здатні давати оперативну та інформативну оцінку щодо рівень екологічної небезпеки поверхневої водойми в антропогенно навантажених регіонах, оскільки, з точки зору теорії систем, спираючись на основи організації

гідроекосистеми як цілісної структури, водні екосистеми розглядаються як відкриті термодинамічні системи, що мають структурно-функціональну цілісність, яка забезпечується в результаті процесів саморегенерації [1-8].

Завдяки фізико-хімічним, біологічним процесам, що протікають всередині водойм, водойми здатні самоочищуватись від забруднюючих речовин за рахунок розведення, перенесення їх течією, механічного руйнування мінеральними частинками, сорбції зваженими часинками, зв'язування в неактивні комплексні сполуки, трансформації в інші нетоксичні сполуки, накопиченню в ланках трофічних ланцюгів, седиментації в донних відкладах з наступним їхнім замуленням [5, 7, 9-11]. Відповідно, в результаті проходження зазначених процесів концентрація забруднювачів у водних масах зменшується, але збільшується в донних відкладах. Такий перерозподіл забруднювачів у водоймі не є «справжнім» самоочищенням, оскільки, наслідки накопичення забруднювачів у донних відкладах проявляються в процесі змулення донних відкладів та внаслідок скидання значних обсягів водних мас поблизу промислових підприємств. В результаті цього відбувається зворотній перехід забруднюючих речовин з донних відкладів назад до водних мас, тобто, відбувається вторинне забруднення водного середовища.

Метою дослідження було обґрунтувати доцільність оцінювання стану донних відкладів, як індикатора рівня екологічної небезпеки поверхневих водойм.

Експериментальні дослідження проводились на малій річці міста Києва – р. Нивка. Донні відклади в річці протягом досить тривалого періоду акумулювали нафтові вуглеводні. При їх постійному надходженні донні відклади для річки виконують «двоюку» функцію. З одного боку вони сприяли процесу самоочищення водного середовища, акумулюючи в собі нафтопродукти, а з іншого боку являли небезпеку вторинного забруднення, оскільки, при зміні фізико-хімічних умов придонних вод забруднювачі з донних відкладень здатні переходити у водну фазу. Результати здійснених експериментальних досліджень вказують на надзвичайно високе забруднення нафтовими вуглеводнями донних відкладів річки, що досліджувалась. Їх концентрація в донних відкладах більше ніж у 2000 разів перевищувала їх вміст у поверхневих шарах води. В ході досліджень встановлений високий ступінь забруднення нафтопродуктами поверхневого (в 12–198 разів вище, ніж $ГДК_{р/госп}$) та придонного шару води (від 16 до 39 разів, ніж $ГДК_{госп.поб}$).

Для визначення перерозподілу нафтових вуглеводнів з водної товщі до донних відкладень, на підставі отриманих результатів, розраховані коефіцієнти донної акумуляції (КДА) для нафтопродуктів, малої річки, що перебуває під постійним антропогенним впливом за формулою: $КДА = K_d / K_v$, де K_d – концентрація нафтопродукту в донних відкладах $мг/дм^3$; K_v – концентрація нафтопродукту в водній товщі, $мг/дм^3$

Розрахунки коефіцієнтів донної акумуляції свідчать про прогресуюче забруднення річки та накопичення основної маси нафтопродуктів в донних відкладах. Річка Нивка виступає, як антропогенно навантажена річка, що втратила здатність до самовідновлення. Річка має об'єм – $W_0 = Q (м^3)$, до якого скидаються зворотні води комунально-побутових та промислових підприємств м. Києва з

витратою q_1 (м³/год) та концентрацією в них солей та мулу c_1 (г/л). При цьому, в алгоритмі підвищення процесів самоочищення цієї річки слід враховувати коефіцієнт розбавлення та змішування солей та донних відкладень за певний час (κ):

$$C_{\delta}(t) = c_1 + (c_o - c_1) \exp\left[-\frac{t}{t_o}\right]$$

$$C_{\delta}^*(t) = c_1^* + (1 - c_1^*) \exp\left[-\frac{t}{\tau_o}\right]$$

де $c_{\delta}^* = \frac{c_{\delta}}{c_o}$; $c_1^* = \frac{c_1}{c_o} = \kappa$ – зведені величини, що визначають концентрацію солей у басейні річки і зворотних водах через початкову концентрацію C_o ; $\tau_o = \frac{Q_o}{q_1}$ – час цілковитого відновлення води в басейні річки за умови відсутності *Sipakov* перемішування води в басейні; $\kappa = \frac{c_1}{c_o}$ коефіцієнт розбавлення (розмішування).

Даний математичний апарат дозволяє у часі охарактеризувати тенденцію погіршення процесу розвитку річки, оскільки вона розглядається в комплексному контексті як єдина складова – водні маси, донні відклади, біота.

Отже донні відклади у водоймах, і в річках в тому числі, акумулюють забруднювачі, за рахунок цього є інтегральним показником рівня антропогенного забруднення – індикатором рівня їх екологічної небезпеки. Розроблений математичний апарат дозволяє у часі охарактеризувати тенденцію процесу еволюції річки, оскільки вона розглядається в комплексному контексті як єдина складова – водні маси, донні відклади, біота.

Ihor Satin, *Doctor of Philosophy*

Kyiv National University of Construction and Architecture,

Scientific, Research, Design and Technology Institute of Municipal Economy

Serhii Khytruk

Olena Panchenko

Scientific, Research, Design and Technology Institute of Municipal Economy

DETERMINATION OF THE NORMS FOR THE TRANSPORTATION OF HOUSEHOLD WASTE FOR HIRSKA AMALGAMATED TERRITORIAL COMMUNITY SETTLEMENTS

Solving the problem of household waste management is based on determining the amount of waste generated. It is important to conduct research for both urban and rural settlements with different degrees of coverage of the population by a centralized system of collection and removal of household waste in order to obtain more reliable results.

The purpose of the work is to improve methodological approaches to determining the norms of providing services for the transportation of household waste in populated areas.

Analysis of literature data shows that there is no valid data on field measurements and their results, and there are no consistent forms of presentation of the obtained results. This makes it impossible to compare them and carry out a deeper analysis to identify the dependence of the calculated accumulation rates on the population and the level of coverage by the centralized collection system and transportation of household waste in cities, territorial communities and villages.

This article presents field studies performed to determine the volume of household waste generation from the sources of its generation. On-site measurements were carried out on the territory of the Hirska Amalgamated Territorial Community.

Ihor Satin, *Doctor of Philosophy*

Kyiv National University of Construction and Architecture,

Scientific, Research, Design and Technology Institute of Municipal Economy

Tetyana Romanova, *Doctor of Philosophy*

Olena Panchenko

Scientific, Research, Design and Technology Institute of Municipal Economy

OVERVIEW OF THE TECHNOLOGIES OF THE COLLECTION, TRANSPORTATION, RECOVERY AND DISPOSAL OF MUNICIPAL SOLID WASTE

Solving the problem of the lack of effective technologies for the recovery of solid municipal waste consists, first of all, of the construction of an effective technological scheme for the collection, transportation, recovery and disposal of municipal waste. Achieving the goals of reducing the volume of municipal waste disposal to 30% in 2030, which are set by the National Strategy for Waste Management in Ukraine until 2030, is possible by applying coordinated technological stages of collection, transportation, recovery and disposal of municipal waste in settlements and territorial communities.

Research is aimed at organizing effective and unified management of solid waste flows, their proper storage, collection, transportation, processing, and disposal taking into account the resource potential of solid waste, the need and feasibility of implementing a certain technology for processing, recovery and disposal of waste, taking into account its characteristics and application limitations, and the need to minimize the environmental burden associated with waste.

The purpose and task of this publication are to describe the complete technological cycle of waste management and establish a sequence of unified methodical approaches to the stages and technological processes of solid household waste management (collection, transportation, recovery and disposal).

Olena Voloshkina, *Doctor of Science*

Rostyslav Sipakov, *Doctor of Philosophy*

Olena Zhukova, *Doctor of Philosophy*

Artem Honcharenko

Kyiv National University of Construction and Architecture

THE ROLE OF SCIENCE TECHNOLOGY ENGINEERING & MATHEMATICS (STEM) EDUCATION IN THE DEVELOPMENT OF CIVIL ENGINEERING SKILLS

The innovation process is accelerating worldwide, and with it, competition in world markets for scientific and technical talents. The shortage of specialists with education in STEM fields directly affects the efficiency of the state's economy. Thus, the innovation potential, prosperity, and security of a nation depend on the effectiveness of the STEM education ecosystem. There is no consensus on which academic disciplines are included in STEM. For example, the United States includes social sciences as STEM, while the UK classifies social sciences separately. Following the

recommendations of the US National Science Foundation, the academic discipline of Civil Engineering is a fundamental component of STEM education.

Yesterday, it seemed like engineers switched from a drawing board to CAD programs. But, at present, 3D design is a standard and mandatory requirement for design documentation in many countries. Since STEM includes computer science, a modern Civil Engineer should have the knowledge and ability to design and organize construction products and read and write program code. Autodesk's Revit CAD software product, widely known in the construction industry, requires a modern engineer's knowledge of the program code. For example, Python program code allows you to create scripts on the Dynamo visual programming platform for designers with subsequent integration into Revit. This allows the engineer to go beyond the basic functionality of the Autodesk Revit product. As a result, for example, a designer can process the data of thousands of measurements with dozens of parameters within a few minutes instead of 2 or more weeks of continuous work in "manual" mode.

The collection, processing, and analysis of data (Data Science) is another concept that every modern engineer hears and encounters everywhere in today's world. For example, as laser scanners improve and become available, a handheld scanner can replace an engineer's standard tape measure. In the Leica product line, such handheld models of laser scanners as BLK2GO, BLK360, BLK ARC, BLK2FLY, and the size of a conventional BLK3D smartphone are already available to the engineer today. This makes it possible to collect data on measurements of infrastructure facilities and terrain and create digital clouds from tens of millions of points both from the ground and from the air in minutes. The collected data are of no practical use without the ability to process, integrate, and use them together with other software products for design, such as Register 360, Cyclone 3DR from Leica, or ReCap Pro Revit from Autodesk.

Another practical example of IoT (Internet of Things) technologies is creating a real-time monitoring network for air quality (concentrations of construction dust and other solid particles) on and around the construction site. This is especially important when carrying out construction work in conditions of close urban development and near existing residential complexes. The construction manager, receiving notifications of exceeding the acceptable norms, can take timely measures before a real threat to the health of construction site workers and residents of nearby residential areas arises. An integrated approach to design when using laser scanning and automated data processing technologies provides opportunities to use IoT and AI technologies to eliminate natural and manufactured disasters. And modeling artificial events using such technologies offers opportunities to prevent such tragedies, where time, every minute, is crucial for saving the population's lives and protecting the environment.

Increasing digital literacy and improving the staffing of specialists with STEM knowledge will have a positive effect on the economies of all sectors of human activity. Therefore, it is essential to consider the above arguments in favor of STEM education as part of developing training programs. And also to provide equality and accessibility to such education, scientific achievements, practice, and the population's involvement in STEM education.

Олена Котовенко, кандидат технічних наук

Олена Мірошниченко

Ілона Андрющенко, студентка

Юлія Тарабанова, студентка

Київський національний університет будівництва і архітектури

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ АТОМНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЇЇ ТЕХНОГЕННІ РАДІАЦІЙНІ АСПЕКТИ

Одним з найважливіших показників благополуччя в цивілізованих країнах є споживання електроенергії на душу населення на рік. В різних країнах цей показник складає не менше 6000 кВт/рік, а в деяких країнах він досягає 10-12 тис. кВт/рік. В той же час цей показник в Україні складає усього 4200-4300 кВт/рік.

Обмежені ресурси органічного палива в Україні і висока вартість його вироблення не дають можливості нарощувати вироблення електроенергії на теплових електростанціях.

Згідно з найобережнішими прогнозами до середини двадцять першого століття на планеті подвоїться використання енергії. В той же час для вирішення проблеми зміни клімату багато країн прагнуть досягнути широкомасштабної декарбонізації до 2030 року та вуглецевої нейтральності до 2050 року.

Цього року Єврокомісія прийняла революційне рішення включити атомну енергетику в зелену таксономію ЄС, тобто до стійких видів для інвесторів, вважаючи, що атомна енергетика може сприяти переходу до кліматичної нейтральності. Для атомних енергопроектів встановлені чіткі обмеження і строки для поетапного вводу і виведення з експлуатації.

Єврокомісія включила атомну енергетику в план «REPowerEU» по швидкому зниженню залежності від російських енергоресурсів, виділивши на нього 210 млрд. євро.

Відповідно до цих документів остання доповідь МАГАТЕ від 25.05.2022 р., що базується на системному аналізі основних ризиків атомної енергетики, не тільки включає всеосяжний аналіз ризиків, але й всі відповідні дані про ризики, що існують. Також підкреслюється значний прогрес у створенні безпечних та ефективних методів і технологій використання АЕС та зниження ризику впливу радіоактивних відходів та відпрацьованого ядерного палива.

Водопостачання та водовідведення. Інженерія. Технології

Jacek Czerwiński, *Doctor of Science*

Lublin University of Technology

Damian Dąbrowski

KABEX ZPH

THE USE OF WASTE - PET FOR THE PRODUCTION OF AN ENDOCRINE INACTIVE PLASTICIZER - DI (2-ETHYLHEXYL) TEREPHTHALATE

The conducted research shows the possibility of using unsorted PET waste to produce the DOT plasticizer. It seems that the appropriate selection of PET waste should lead to even higher concentrations of DOT in the obtained product. The advantage of this plasticizer is that it has no endocrine properties and does not cause estrogen-like effects. The main goal of the project is to conduct research and development works, the result of which will be technological process innovation, consisting in the processing of a PET flake from bottle recycling into two chemical raw materials, i.e. plasticizer and ethylene glycol. The by-products will be water and 2EH alcohol, which will be used as a raw material for subsequent production runs. The project will provide the knowledge about the processes and physico-chemical changes taking place in the reactor at a larger scale, close to real, depending on its structure, shape, method of mixing, heating raw materials, knowledge about the speed of these processes, the factors affecting it, and the method of its control. The processes are modeled and, as a result, the technology of producing a plasticizer and ethylene glycol, and thus their composition and physical parameters, will be significantly improved. Afterwards, an innovative prototype of a pilot installation – a highly efficient technological line for production plasticizer (DOT di-(2-ethylhexyl terephthalate) and ethylene glycol by chemical degradation of PET flakes with the participation of 2-ethylhexyl alcohol –will be developed and built.

The new line of technology will be unique internationally, as confirmed in the status report techniques issued by the PPO. The use of one of the basic raw materials in the form of a polymer derived from mechanical recycling of PET bottles and an innovative technology of its processing, resulting in the formation of a negligible amount of waste (unreacted PET), will have a positive impact on the environment and will significantly reduce the production costs of the plasticizer and ethylene glycol. The technology developed will be used mainly for the applicant's needs, significantly reducing the cost of its primary production assortment in the form of PVC granules, gaskets and coated wires, making it independent from suppliers, shortage of supply and significant fluctuations in market prices of the raw material. The conducted research shows the possibility of using unsorted waste PET for the production of the DOT plasticizer. It seems that the appropriate selection of PET waste should lead to even higher concentrations of DOT in the obtained product. The advantage of this plasticizer is that it has no endocrine properties and does not cause estrogen-like effects.

Acknowledgement

This work was co-financed by the National Center for Research and Development under the Measure in the frame of 1.1: R & D projects of the enterprises of the Intelligent

Jacek Czerwiński, *Doctor of Science*

Sebastian Skupiński

Lublin University of Technology

THE USE OF HYDRODYNAMIC CAVITATION TO REMOVE ORGANIC AND MICROBIOLOGICAL CONTAMINANTS IN A SELF-SERVICE CAR WASH

The research carried out as part of the project "Self-service touchless car wash with a compact system of recovering and saving water and energy" shows the possibility of using hydrodynamic cavitation to treat the wastewater from car washes and to enable its reuse.

Hydrodynamic cavitation is used as one of the advanced oxidation methods to degrade a number of organic compounds such as fats, pharmaceuticals, endocrine active compounds or detergents. However, in any of these cases, in order to achieve a satisfactory effect (it significantly degrades organic compounds), the duration of the process is usually 30, 60 or even 90 minutes.

Using the built hydrodynamic cavitator, the authors examined the changes in the concentration of specific parameters regarding the presence of organic compounds, such as ionic and non-ionic surfactants, aliphatic and aromatic hydrocarbons, COD and microbiological parameters, i.e. the total number of bacterial colonies, changes in the number of colonies of coli bacteria, clostridium and legionella.

In the research on hydrocarbons, the GC-MS (Agilent) system was used to assess not only the degree of degradation of hydrocarbons but also the products of their transformation. In the research on surfactants, the UV-VIS spectrophotometer and dedicated reagent kits (HACH) were used.

The results of the conducted research allowed concluding that in the case of microorganisms, already 5 minutes of cavitation disinfects wastewater samples, removing the microorganisms contained in them. In the case of surfactants, better degrees of degradation were obtained for ionic surfactants (up to 70% degradation) and slightly weaker for non-ionic surfactants (45-60%). In turn, in the case of aliphatic hydrocarbons, no significant changes in their concentrations were observed, and in the case of aromatic hydrocarbons, appropriate quinones appeared in the chromatograms as oxidation products.

Acknowledgement

This work was co-financed by the National Center for Research and Development: Project no. POIR.04.01.04-00-0057 / 20-00 on "Self-service touchless car wash with a compact system of recovering and saving water and energy"

Світлана Величко, кандидат технічних наук

Олена Дупляк, кандидат технічних наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

МЕТОДИ БОРОТЬБИ З ПЛАСТИКОВИМИ ВІДХОДАМИ В ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ, ОГЛЯД СВІТОВОГО ДОСВІДУ

За останні двадцять років проблема забруднення водних об'єктів пластиком набула загрозливого масштабу. Зручний у використанні, легкий, водонепроникний матеріал має суттєвий недолік – дуже тривалий термін розкладання, що призвело до накопичення за останні 70 років 368 млн. тон пластику і накопичення продовжується. Забруднення навколишнього середовища пластиком актуальна проблема і в Україні та на її водних об'єктах. Джерелом потрапляння пластику в водні об'єкти є в першу чергу тимчасові звалища побутового сміття, з яких пластик під час дощів, поривами вітру та паводковими водами зноситься в річки та озера. Паводковими водами пластик розноситься по всій заплаві річки, забруднюючі русла річок та берегові смуги. В даній роботі виконаний аналіз світового досвіду використання споруд захоплення пластикового сміття та виконана оцінка використання цих конструкцій для умов гірських річок України. Особливостями гідрологічного режиму гірських річок є транспортування сміття під час паводків, значні коливання рівнів води при проходженні паводків, небезпека знаходження під час паводку в руслі річки для людей, великі швидкості руху води до 5 м/с, велика кількість сміття, яке окрім пластику включає стовбури дерев, гілки та інше великорозмірне сміття. В роботі розглянуті конструкції вловлювачів сміття бар'єрного типу, вловлювачі та споруди захоплення сміття на водовипусках та тимчасових водотоках. Споруди для збору сміття за допомогою плаваючих човнів, катамаранів, роботів не розглядались, тому що їх використання під час паводку є небезпечним, а в межений період малі глибини води в гірських річках не дозволяють їх ефективно використовувати. Споруди для затримання пластику, які потрібні на гірських річках повинні бути автономними, міцними, мати здатність утримувати велику кількість сміття, бути безпечними з екологічної точки зору, здатні працювати при швидкій зміні рівнів води та великих швидкостях. Аналіз існуючих конструкцій показує, що цим вимогам задовільняють конструкції, які знаходяться в доволі дорогому сегменті. В той же час відомо, що затримка пластику в водних об'єктах за вартістю в 10 разів перевищує вартість збирання та сортування сміття в населених пунктах. Отже, нажаль, проблему забруднення пластиком водних об'єктів не можливо вирішити тільки за рахунок дорогих споруд. В першу чергу для зменшення пластикового забруднення в водних об'єктах необхідно створити умови для запобігання потрапляння пластику в річки, а саме: добровільне обмеження використання пластику, відповідальність виробника за використання перероблюваного пластику, підвищення просвітницької роботи щодо шкоди пластику для навколишнього середовища та необхідності його збирання та сортування.

Тамара Шевченко, кандидат технічних наук

Валерій Безпалий, студент

Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова

ЗАСТОСУВАННЯ BIM-МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ

На сьогоднішній день все частіше у договорі із замовниками з'являється вимога про проектування повноцінної BIM-моделі об'єкта. І якщо ще кілька років тому йшлося, в основному, про архітектуру та конструктив, то сьогодні від проєктних організацій чекають повністю пов'язані моделі, що включають усі інженерні комунікації. Одним з продуктів, який може реалізувати BIM-моделювання, – це Revit.

Головна помилка, що перешкоджає ефективному впровадженню Revit для проєктних відділів, – це твердження, що в Revit проєктувати довго і складно. Насправді це докорінно неправильне твердження. Якщо було проведено грамотну підготовчу роботу, вироблено алгоритм роботи у Revit, прийнято BIM-стандарт компанії, проведено якісне навчання проєктувальників – швидкість випуску документації може бути прискорена. У Revit передбачено цілу низку можливостей для автоматизації рутинних завдань, серед яких:

- спільна робота всіх учасників проєктування в єдиній моделі;
- шаблони проєкту та шаблони видів (налаштування виду або проєкту виконується один раз і потім може бути багаторазово використано на інших проєктах);
- використання складних параметричних сімейств;
- автоматизований розрахунок кількості обладнання з можливістю зручного його сортування та фільтрації;
- автоматизований розрахунок довжини трубопроводів, кабельних ліній тощо;
- пакетна обробка видів, листів (застосування загальних налаштувань всім листам – в один клік);
- можливість бачити комунікації суміжних розділів та відслідковувати їх зміни у реальному часі;
- широкі можливості для адаптації архітектурних планів, видимості графіки та налаштування елементів на видах;
- можливість програмування та автоматизації процесів роботи (через вбудований модуль Dynamo).

Autodesk Revit заснований на технології інформаційного моделювання споруд та призначений для проєктування та управління даними про будівлі та споруди на всіх етапах будівництва. Проєктні ідеї втілюються в ньому в реальність завдяки скоординованому та послідовному модельно-орієнтованому підходу. Autodesk Revit – повнофункціональне рішення, що поєднує можливості архітектурного проєктування, проєктування інженерних систем, будівельних конструкцій, а також моделювання будівництва.

Юрій Копаниця, кандидат технічних наук
Оксана Нечипор, кандидат технічних наук
Нестан Таварткіладзе, студентка

Київський національний університет будівництва і архітектури

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧОТИРЬОХ ВАРІАНТІВ ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРОСТАТИЧНОГО ТИСКУ НА ПЛОСКУ ПОВЕРХНЮ МЕТОДОМ ТРЬОХ КОМАНД K123

Представлені в сучасних підручниках методи й приклади інженерного розрахунку гідростатичного тиску не відповідають технологічному укладу XXI століття. На прикладі простого тестового розрахунку досліджено фактори які мають найбільший вплив на формування культури інженерно-технічної підготовки спеціаліста майбутнього.

Обрано стандартну тестову задачу визначення сили гідростатичного тиску на плоску трикутну (трапецеїдальну) поверхню. Поставлена мета дослідити можливості підходу у реалізації п'яти варіантів розрахунку однієї задачі. Єдиний й головний фактор оцінки актуальності кожного варіанту розрахунку параметрів вектору сили гідростатичного тиску є формування загальної математичної культури студента. Об'єм фактів, стек навиків, набори окремих рішень не можуть гарантувати готовність вирішити невідомі нам задачі найближчого майбутнього.

Вирішення поставленої задачі не можливе без розробки принципово нових універсальних методів інженерного розрахунку, які базуються на єдиних базових методах інженерної науки. На прикладі авторського методу трьох команд K123 представлено чотири різних варіанти розрахунку задачі й паралельно наведено стандартний розрахунок. Автори принципово виключають будь-яке порівняння сучасних комп'ютерних розрахунків із загальноприйнятим стандартним методом. В основі приведених варіантів інженерного розрахунку методом трьох команд K123 лежать виключно властивість гідростатичного тиску та властивості епюри гідростатичного тиску. Штучні визначення центру тиску поверхні та момент інерції відносно горизонтальної осі, яка проходить через центр ваги із розрахунків виключено. Виключено на підставі відсутності фізичного змісту між поставленою задачею й вищеперерахованими поняттями. Центр ваги поверхні й момент інерції суттєво ускладнюють або унеможливають інженерні розрахунки реальної задачі, яка відрізняється від умовних спеціально підібраних навчальних задач.

За результатами аналізу представлених варіантів розрахунку обраного прикладу тестової задачі досягнута поставлена мета – будь-яка задача визначення гідростатичного тиску вирішується за допомогою трьох єдино образних стандартних команд. Зменшено загальна кількість факторів, формул, визначень, умов й обмежень, які зазвичай супроводжують стандартній алгоритм розрахунку в сучасних підручниках. Виключається необхідність використовувати чисельні допоміжні формули із математичних довідників. Показано можливості наближеного інженерного розрахунку чисельним варіантом методу K123 із контролем точності можливо проводити без використання комп'ютера, калькулятора, смартфона тощо.

Юрій Копаниця, кандидат технічних наук

Віктор Поліщук, студент

Київський національний університет будівництва і архітектури

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЧИННИКІВ НА КОРОЗІЙНУ СТІЙКІСТЬ КАНАЛІЗАЦІЙНОГО ТРУБОПРОВОДУ

Корозостійкість трубопроводів є надважливим чинником, від якого залежить довговічність прокладеної мережі, кількість аварій на ділянці та необхідних ремонтних робіт з часом. Досліджено фактори які мають найбільший вплив на корозостійкість каналізаційного трубопроводу з метою підвищити термін експлуатації та зменшити кількість аварій.

Поставлена задача дослідити вплив таких факторів на корозостійкість трубопроводу: матеріал трубопроводу, швидкість в трубопроводі, тип системи(напірна/ безнапірна), ґрунтові води. Зібрана інформація з практичної експлуатації каналізаційних трубопроводів міста Києва. Для максимальної точності були вибрані групи трубопроводів, діаметрами $\varnothing 500 - \varnothing 1500$ мм. Мета дослідження це збільшення корозостійкості трубопроводів шляхом створення найбільш сприятливих для цього факторів.

Планування активного експерименту зроблене на виборці даних, які базуються на інформація з практичної експлуатації каналізаційних трубопроводів міста Києва. Під час збирання інформації брався термін експлуатації 25 років, це найбільш оптимальна кількість часу

У якості критерію оптимізації мінімізація аварій було вибрано такі фактори:

- матеріал трубопроводу - залізобетон / сталь
- швидкість в трубопроводі - 0,3-0,7 (м/с) / 0,7-1,0 (м/с)
- тип системи - напірна/ безнапірна
- наявність ґрунтових вод навколо труби – ґрунтових вод не має / є ґрунтові води

Генерація плану повного факторного експерименту (план 2^4) проведено в статистичному пакеті Statgraphics Centurion v15. Обробка результатів експерименту проведена за алгоритмами стандартного модуля планування експерименту й задіяно Дисперсійний аналіз, проведено аналіз графіку карти Парето, побудовано й проаналізовано графіки полунормального розподілу. Також побудовано вибірккові графіки взаємодії всіх пар ефектів. Взаємодії факторів не виявлено.

За результатами роботи досягнута поставлена мета - зменшено загальна кількість факторів. На основі методів статистичного аналізу отримано наступні висновки: встановлено статистично значущу залежність між використанням бетонні труби з малою швидкістю та найбільшою кількістю аварій трубопроводу. Матеріал трубопроводу та швидкість в ньому виявились найбільш впливаючи факторами на термін експлуатації та кількість аварій на трубопроводі. Також можна звернути увагу на сумісний вплив факторів – швидкості і тиску. Зменшення загальної кількості факторів дозволяє спростити подальші дослідження – наприклад – планування екстремального експерименту за методом Бокса-Уилсона із

отриманням поверхні відгуку, що дозволить провести подальші детальні дослідження означених факторів.

Лариса Саблій, доктор технічних наук

Вероніка Жукова, кандидат технічних наук

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Людмила Єпішова

КП «Харківводоканал»

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЛОКАЛЬНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД М'ЯСОКОМБІНАТУ

В Україні на сьогодні є чимало промислових підприємств, які не мають власних очисних споруд для попереднього очищення виробничих стічних вод, скидають останні на міські очисні споруди, призводячи тим самим до низки негативних явищ, як-то зниження ефективності їх роботи через зменшення швидкості процесів окиснення органічних речовин, ефектів очищення й глибини вилучення окремих забруднюючих речовин, зміни складу продуктів їх окиснення та ін. Проте є підприємства, що забезпечують локальну очистку стічних вод, але якість очищеної води залишається незадовільною у порівнянні з вимогами, які затверджені водоканалами, при відведенні цих стічних вод у міські системи.

Прикладом промислового підприємства, яке має очисні споруди попереднього очищення виробничих стічних вод, є м'ясокомбінат в м. Харків, який спеціалізується на випуску ковбасних та м'ясних виробів. На підприємстві утворюються виробничі, господарсько-побутові й душові стічні води.

Витрата виробничих стічних вод на підприємстві становить 20 м³/добу. Для попереднього механічного очищення виробничих стічних вод підприємства від жирів на випусках із цехів встановлені жировловлювачі. Жировловлювач встановлено і перед усереднювачем на локальних очисних спорудах. Після жировловлювача виробничі стічні води надходять в усереднювач для вирівнювання витрат і концентрацій забруднень. З усереднювача виробничі стічні води за допомогою насоса подають у флотаційну установку. Після флотатора стічні води скидаються в каналізаційну мережу міста.

Запропоновано вдосконалену технологію локального очищення виробничих стічних вод м'ясокомбінату для інтенсифікації очисних процесів та збільшення ефективності локального очищення виробничих стічних вод м'ясокомбінату за показниками: ХСК, СПАР, фосфати, азот амонійний, жири, та отримання очищеної води у відповідності до нормативних вимог при скиданні в міську каналізацію. Згідно із запропонованою технологією, виробничі стічні води після існуючих жировловлювачів і усереднювача за допомогою насоса подаються на реагентну флотацію з використанням лужного реагенту і коагулянту - сульфату алюмінію з одержанням в результаті коагуляції пластівців коагулянту, видаленням із води забруднюючих речовин і розділенням фаз у вигляді флотаційного шламу й осаду та очищеної води з показниками якості у відповідності до нормативних вимог. Утворений при очищенні стічних вод флотаційний шлам відводиться в збірник і

вивозиться, а осади рекомендується зневоднювати на фільтр-пресі та вивозити. На підставі виконаних експериментальних досліджень встановлено, що при використанні сульфату алюмінію як коагулянту дозою 250-300 мг/дм³ при рН 7-7,5 ефекти очищення виробничих стічних вод м'ясокомбінату становлять за показниками: ХСК - 58-62%, ХСК очищеної стічної води – 460-670 мг/дм³; завислі речовини – 90-95%, вміст завислих речовин в очищеній воді – 10-23 мг/дм³; СПАР – 88%, вміст СПАР в очищеній воді – 0,43-0,08 мг/дм³; фосфати – 62-65%, вміст фосфатів в очищеній воді – 3,6-5,4 мг/дм³; азот амонійний - 40-42%, вміст азоту амонійного в очищеній воді – 15,3-17,0 мг/дм³. Розроблено вдосконалену технологію локального очищення виробничих стічних вод методами коагуляції і флотації, використання якої дозволить отримати високу якість очищеної води, показники якої відповідають нормативним вимогам до скиду стічних вод в систему водовідведення міста Харкова.

Валерій Макаренко, доктор технічних наук

Тетяна Аргатенко, кандидат технічних наук

Віктор Поліщук, студент

Київський національний університет будівництва і архітектури

Юлія Макаренко, бакалавр

Медичний університет Манітобо, м. Вінніпег

ДОСЛІДЖЕННЯ АВАРІЙНИХ ТРУБОПРОВОДІВ

Довговічність та надійність експлуатації сталевих трубопроводів водопровідних та каналізаційних систем обумовлені зокрема якістю їх зварних з'єднань, яка в свою чергу залежить як від складу використаних при їх виготовленні матеріалів, так і від дотримання технології зварювання. Немалий вплив на порушення надійності трубопроводних систем також має склад домішок транспортованих рідин, що можуть спричинити корозійні руйнування матеріалів. Ці явища є особливо важливими в системах гарячого водопостачання та промислового водовідведення, де руйнівний вплив фізичних факторів і хімічного складу середовища може бути вирішальним. З'ясовано, що втрата міцності трубопроводом викликається зокрема й неправильною експлуатацією, в умовах якої проявляються мікровади зварних з'єднань трубопроводів, що й призводить до їх руйнування. Представлено результати обстежень та експериментальних досліджень міцності зварних швів сталевих технологічних трубопроводів. Проведено зовнішній огляд, визначення структури та параметрів міцності зварних швів трубопроводів, пошаровий аналіз корозійних ушкоджень їх внутрішньої поверхні. Виявлено, що дочасне руйнування зварних з'єднань трубопроводів гарячого водопостачання та виробничої каналізації обумовлене довготривалою експлуатацією в напруженому стані. За таких обставин критичний вплив на втрату міцності мали нерівномірна крупнозерниста структура шва, наявність в структурі металу неметалевих включень, а також порушення технології зварювання. Для підвищення корозійно-механічної стійкості зварних з'єднань промислових трубопроводів потрібно модифікувати наплавний метал шва для роздріблення

структури і значного зменшення неметалевих включень, а також удосконалити технологію ручної дугової зварки покритими електродами, зокрема корневих шарів зварювальних швів.

Степан Епоян, доктор технічних наук

Тамара Айрапетян, кандидат технічних наук

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

Олександр Гайдучок, кандидат технічних наук

Харківський національний університет будівництва та архітектури

Олена Костенко

Харківський державний професійно-педагогічний коледж імені В. І. Вернадського

Олександр Вельможний, студент

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ РОБОТИ ТРУБЧАСТОГО ЗМІШУВАЧА СИСТЕМ ГОСПОДАРСЬКО-ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Усі реагентні технологічні схеми водоочистки для господарсько-питного водопостачання передбачають використання різних реагентів, які необхідно змішувати з вихідною водою. Для змішування реагентів з водою використовують змішувачі, які поділяються на гідравлічні (статичні) і механічні (динамічні). В гідравлічних (статичних) змішувачах відсутні будь-які рухомі елементи, а в механічних (динамічних) змішування забезпечується за допомогою механічних обертаючих пристроїв.

В Україні частіше використовують гідравлічні змішувачі, до яких і належать трубчасті змішувачі. Трубчасті змішувачі компактні, надійні, мають достатньо просту конструкцію, прості в експлуатації, але мають і недоліки. До основних недоліків таких апаратів можна віднести: неможливість регулювання інтенсивності змішування, використання їх для змішування тільки одного реагенту з водою.

Ці недоліки вирішуються у новій конструкції трубчастого змішувача, яка запропонована, запатентована і досліджена нами.

Конструкція цього трубчастого змішувача складається із труби з фланцями в якій розташовані дві секції на фланцях змішувальними елементами, які завантажені зв'язаним пористим полімербетоном з гравійним заповнювачем першого змішувального елемента та з шунгізитовим заповнювачем другого змішувального елемента. Довжина другого змішувального елемента більша за перший. Попереду кожного змішувального елемента розмішуються секції на фланцях з розосередженими системами подачі реагентів у вигляді трубчастого перфорованого розподільвача. З'ємні секції на фланцях дають можливість замінювати за короткий час і розподільники реагентів на інші і змішувальні елементи з іншим заповнювачем.

Дослідження запропонованого трубчастого змішувача проведені в лабораторних умовах. Замутнювачем був обраний мул річки Сіверський Донець, а реагентом (коагулянт) – сірчано-кислий алюміній, при цьому виконували

фракційне (дробове) коагулювання води при швидкості руху води в змішувачі 0,6-1,2 м/с та каламутності 50-140 мг/дм³.

Ефективність роботи трубчастого змішувача запропонованої конструкції визначали після процесу осадження зависі води, яка пройшла крізь цей змішувач у порівнянні з відстояною водою після перегородчастого змішувача коридорного типу удосконаленої конструкції.

Експерименти показали, що підвищення ефективності роботи трубчастого змішувача найбільш висока при швидкості руху води в трубчастому змішувачі 1 м/с і складає 15-17%.

Таким чином, запропонований трубчастий змішувач доцільно використовувати при швидкості руху води в ньому 1 м/с.

Валентин Сварковський, студент

Тетяна Хомуцька, доктор технічних наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ ОБОРОТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ НА ПІВНІЧНОМУ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОМУ КОМБІНАТІ

Сучасний стан водогосподарської галузі України вказує на нагальні потреби в економії енергетичних, трудових, матеріальних і природних ресурсів, у тому числі водних. Україна відноситься до малозабезпечених власними водними ресурсами країн світу, а тому перед фахівцями галузі постають завдання збереження водноресурсного потенціалу держави. Досліджуючи проблему у цьому аспекті, можна відзначити, що на багатьох промислових підприємствах доцільним є застосування схем замкненого чи оборотного водопостачання з повторним багаторазовим використанням води в технологічних процесах. Одним з таких підприємств є Північний гірничо-збагачувальний комбінат (ГЗК), що розташований у місті Кривий Ріг Дніпропетровської області. Це найбільше гірничодобувне підприємство у Європі з повним циклом підготовки доменної сировини – залізорудного концентрату (вміст заліза 66%) та окатків (вміст заліза 60,3% та 63,5%). Підприємство працює на базі Першотравневого та Ганнівського родовища залізистих кварцитів Криворізького залізорудного басейну. На прикладі Північного ГЗК показано можливості застосування оборотного водопостачання при спорудженні і функціонуванні комплексу згущення відходів збагачення. Технологічно процес виглядає таким чином. Освітлена вода самопливом зливається від згущувачів та по 4-х трубопроводах Ду1400 надходить в залізобетонну приймальну камеру з розмірами 84,4 x 21,85 x 11,95 м. Звідти насосною станцією оборотного водопостачання здійснюється забір освітленої води та її подача під необхідним напором на рудозбагачувальну фабрику (РЗФ-1). Насосна станція має габарити 91,3 x 31 x 19 м і за ступенем забезпечення подачею води для технологічних потреб відноситься до I категорії, тобто на ній забезпечується безперебійна подача води. У приміщенні насосної станції оборотного водопостачання встановлено одинадцять насосів (9 робочих та 2 резервні), які з приймальної камери освітлену воду по 6-ти трубопроводах

подають на технологічні потреби РЗФ-1, з врізкою в існуючі трубопроводи. Після використання відпрацьована вода знову повертається до комплексу згущення відходів збагачення і цикл повторюється. Такий підхід дозволяє, повністю забезпечуючи технологічні потреби у воді на підприємстві, знизити негативний вплив на довкілля, зменшуючи обсяги води, які забираються з природних водних джерел.

Анастасія Снитко, аспірантка

Геннадій Кочетов, доктор технічних наук

Київський національний університет будівництва та архітектури

Микола Монастирьов

Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАНУ

КОМПЛЕКСНЕ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ГАЛЬВАНІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ З ВИКОРИСТАННЯМ МАГНІТНИХ НАНОСОРБЕНТІВ

На основі аналізу літературних джерел, розглянуто перспективи підвищення рівня екологічної безпеки промислових підприємств в результаті реалізації сучасних сорбційних технологій очистки стічних вод, які містять сполуки важких металів. Новітній метод отримання низько вартісних порошоків полівалентних оксидів феруму методом електроерозійного диспергування, використовувався для синтезу феромагнітних наносорбентів з розмірами гранул до 500 нм. Як сировину для здійснення процесу електроерозійного диспергування можна використовувати будь-які металеві відходи (гранули та остружки сталі та сплавів, тощо). Крім того, цей екологічно чистий метод характеризується низькою енергоємністю – витрати енергії для виготовлення 1 кг порошку складають $1,5 \div 3$ кВт.

Проведено експериментальне дослідження отриманих феромагнітних наносорбентів для очистки промивних стічних вод лінії нікелювання гальванічних виробництв. Вихідна концентрація іонів нікелю, яка складала $30 \div 90$ мг/дм³, після очистки зменшується до величин менше ніж 0,4 мг/дм³, що відповідає ступеню очистки більш ніж 99 %. Досліджено вплив співвідношення концентрації іонів Ni²⁺ до наносорбенту в розчині, а також способу введення сорбенту в стічну воду на ступінь її очистки. Найкращі результати отримані при співвідношенні Ni²⁺/наносорбент 1:10 та при використанні свіжо отриманої суспензії наносорбенту.

Вивчено можливість утилізації відпрацьованих наносорбентів в складі порошкових лакофарбових покриттів. Виявлено, що введення такого відходу водоочиснення у кількості 15 % до порошкової системи не зменшує основні фізико-механічних властивостей покриття. Крім того захисне покриття з введенням в його склад відпрацьованого наносорбента дозволяє екранувати електромагнітне випромінювання майже в 3 рази порівняно з контрольним складом.

Таким чином, аналіз та узагальнення отриманих даних підтверджує перспективність використання ефективного та екологічного наносорбенту для очистки промивних стічних вод гальванічних виробництв від іонів Ni²⁺ та визначає можливий варіант утилізації відпрацьованого сорбенту.

Володимир Михайленко, кандидат технічних наук

Олексій Антонов, кандидат технічних наук

Ольга Лук'янова

Євген Лук'янов

Олександр Хінєвіч

Тамара Вітковська

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України (м. Харків)

ОТРИМАННЯ МЕТАЛОКСИДНИХ АНОДІВ, ЩО НЕ МІСТЯТЬ БЛАГОРОДНИХ МЕТАЛІВ

У гірничо-промислових регіонах України утворюється значна кількість шахтних та кар'єрних вод, які внаслідок високої мінералізації не можуть бути скинуті у природні гідрографічні об'єкти без глибокої переробки включно з демінералізацією. Значна кількість таких вод забруднена значними концентраціями сульфідів та розчинених сполук феруму (заліза), що заважають їх подальшій очистці. У той же час об'єкти теплоенергетики, розташовані у даних регіонах, споживають для своїх потреб значну кількість дефіцитної питної води. Глибока переробка шахтних та кар'єрних вод дозволяє в результаті їх очистки отримати живильну воду для тепломереж, котлів ТЕС і ТЕЦ.

Розроблено спосіб одержання стійких інертних анодів на основі титану з активним покриттям оксидом плюмбуму (IV), які не містять благородних металів та їх сполук. Спосіб полягає у захисті титану від пасивації оксидною плівкою шляхом нанесення покриття з діоксиду мангану шляхом багаторазового термічного розкладення нітрату мангану. Потім на основу з цим покриттям наноситься тонкий шар діоксиду плюмбуму (свинцю) з лужного комплексного електроліту, який містить 2,5 моль/дм³ NaOH, 0,6 моль/дм³ ЕДТА, добавку етиленгліколю 6 – 10 г/дм³ та є насиченим оксидом плюмбуму (II). Температура електроосадження підтримується на рівні 60⁰С, густина струму має становити 100 – 200 А/м². Описаний також спосіб гальмування утворення донних відкладень та, відповідно, продовження терміну експлуатації лужного електроліту шляхом відновлення сполук чотиривалентного плюмбуму при контактуванні з активною поверхнею металевого плюмбуму.

Основний шар покриття завтовшки 3 – 5 мм наноситься з нітратного електроліту складу Pb(NO₃)₂ 1 моль/дм³, Cu(NO₃)₂ 0,4 моль/дм³, Al(NO₃)₃ 0,2 моль/дм³ та добавку желатина 1 г/дм³. Температура електроосадження становить 20 – 60⁰С, густина струму – 500 – 1000 А/м².

Проведені ресурсні випробування цього аноду протягом 1400 годин довели його стійкість при обробці розчинів, що містять суміш натрій сульфату та натрій хлориду.

На основі цього аноду розроблено та експериментально апробовано технологію електрохімічного знезалізнення води шахти «Родіна» ПАТ «Кривбасзалізрудком» та вилучення з неї сульфідів перед демінералізацією. Ця технологія є єдино можливим способом безреагентного знезалізнення та

вилучення сульфідів з вод з високою мінералізацією. В ході подальшої переробки з води вилучено товарні натрій сульфат та натрій хлорид, а також отримано воду з електропровідністю 2 мкСм/см, яка є придатною для приготування живильної води.

Зазначені аноди значно розширюють сферу застосування електрохімічних процесів. Вони можуть застосовуватися не лише для водопідготовки в теплоенергетиці, а й для очищення стічних вод різного мінерального та органічного складу, хіміко-технологічних процесів отримання окисників і т. ін.

Віктор Хоружий, доктор технічних наук

Артем Ломако, студент

Київський національний університет будівництва і архітектури

Ігор Недашковський, кандидат технічних наук

Одеська державна академія будівництва і архітектури

ВОДОПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ З ПОВЕРХНЕВИХ ВОДНИХ ДЖЕРЕЛ, ЩО ПОСТРАЖДАЛИ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ

Представлено технологію підготовки питної води за умови швидкого відновлення системи водопостачання населеного пункту при водозаборі з поверхневих водних джерел. Досліджено основні технологічні процеси в результаті водопідготовки.

При підготовці питної води з поверхневих джерел на більшості водоочисних станцій в Україні застосовують технології водопідготовки, які були розроблені ще в 60 –70 рр. ХХ сторіччя. Вихід із ладу під час військових дій очисних споруд призводить до відсутності водопостачання в населеному пункті на протязі тривалого часу.

До технологічних процесів очистки води з поверхневих водних джерел повинні бути включені:

I. Удосконалення технологічної схеми водопідготовки:

1. аерація води;
2. контактна коагуляція;
3. нові фільтруючі матеріали (волокнисті і пінополістирольні);
4. використання біофільтрів і сил гравітації.

II. Застосування більш ефективних і безпечних хімічних реагентів:

1. коагулянтів;
2. знезараження води (технічний гіпохлорит натрію);

III. Встановлення режимів роботи водоочисної станції (зарядка фільтрів, промивка фільтрів, використання осадів).

Аерація води призводить до видалення вуглекислого газу, підвищення рН води, інтенсифікації процесу коагуляції з утворенням пластівців більшої міцності та густини, які краще затримуються на водоочисних спорудах.

Відомо, що коагуляція води в зернистому середовищі відбувається значно швидше і повніше, ніж у вільному об'ємі. Тому одним із ефективних методів підвищення ефективності роботи водоочисних споруд є застосування контактної коагуляції води на швидких фільтрах, де створюються сприятливі умови для

швидкого утворення пластівців з гідроксиду алюмінію і затримання їх у поровому середовищі фільтрів, а отже підвищення ефективності очистки води.

Для підвищення ефективності роботи водоочисних споруд необхідно вирішувати не тільки питання створення і застосування високоефективних коагулянтів і флокулянтів, але і шляхи їх економного та раціонального використання в технології водопідготовки [2].

Такими шляхами можуть бути:

- модифікація фільтрувального завантаження;
- фракціоноване, концентроване та періодичне коагулювання;
- внесення у вихідну воду мінеральних замутивачів;
- покращення фізико-хімічних умов коагуляції домішок природних вод.

Основними спорудами водоочисної станції є біореактор БР і контактньо-прояснювальний фільтр КПФ. Фільтрувальне завантаження БР виконується з волокнистих матеріалів із полістиролу, капрону або лавсану, а КПФ – із гранул спіненого полістиролу тих марок, на які є дозвіл МОЗ України для застосування в системах питного водопостачання.

Валентина Юрченко, доктор технічних наук

Юлія Левашова, кандидат технічних наук

Харківський національний університет будівництва та архітектури

Катерина Сорокіна, кандидат технічних наук

Наталія Телюра, кандидат технічних наук

Харківський національний університет міського господарства

ім. О. М. Бекетова

ВПЛИВ СКИДУ СТИЧНИХ ВОД НА ПОТЕНЦІЙНУ АКТИВНІСТЬ САМООЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОДОЙМ ВІД СПЛУК АЗОТУ

Водойми на урбанізованих територіях зазнають надзвичайних техногенних навантажень, оскільки вони є приймачами стічних вод підприємств комунального господарства, промислових і приміських сільськогосподарських підприємств, систем відведення поверхневих стічних вод та ін. Внаслідок цього екосистеми водних об'єктів урбанізованих територій евтрофовані, характеризуються значною токсичністю абіотичних компонентів й низькою самоочищуючою здатністю. Втрата такої здатності призводить до токсифікації і деградації їх екосистем, тому збереження самоочищуючої здатності водних об'єктів - глобальна проблема сучасного суспільства, пов'язана із забезпеченням гідної якості життя і здоров'я населення.

Активність самоочищення природних водойм від сполук азоту зумовлена активністю нітрифікації – двох унікальних реакцій циклу азоту в біосфері, які здійснюються хемолітоавотрофними нітрифікуючими бактеріями та археями. Амонійокиснюючі мікроорганізми (нітрифікатори I фази) здійснюють першу фазу нітрифікації, окиснюючи амоній до нітриту, нітритоокиснюючі – (нітрифікатори II фази) здійснюють другу фазу нітрифікації, окиснюючи нітрити до нітратів.

Самоочищення екологічно безпечніше за умови рівності швидкостей першої та другої фаз нітрифікації.

Здатність нітрифікуючих мікроорганізмів окиснювати $N-NH_4$ й $N-NO_2$ знайшла широке застосування в біологічному очищенні стічних вод. Біологічна нітрифікація в якості масштабної біотехнології застосовується, як кінцева стадія очищення стічної води та як проміжна стадія, коли вона компонується з наступною біологічною денітрифікацією.

Біологічні очисні споруди є потенційним джерелом біогенних елементів а також мікроорганізмів (включаючи нітрифікуючих) для річкових водотоків, куди виконується скид очищених стічних вод. Види й активність мікроорганізмів, присутніх в стічних водах біологічних очисних споруд, можуть відрізнятися від тих, які виявлені в річці вгору за течією, і змінити екологічне функціонування річки вниз за течією. Отже, стічні води з очисних споруд можуть змінити нітрифікацію і концентрацію нітрифікуючих бактерій в природній водоймі, і як потенційний наслідок – змінити кінетику нітрифікації і динаміку нітритів в межах водної системи.

Метою роботи є визначення активності процесів нітрифікації в р. Уди до та після скиду очищених стічних вод з комплексу міських біологічних очисних споруд № 2 м.Харкова та в р. Сів. Донець до та після скиду стічних вод Зміївської паперової фабрики.

В спеціальних лабораторних експериментах визначали біологічні кінетичні константи нітрифікації в водній товщі. Для визначення кінетичних констант нітрифікації відбирали проби води по 2,5 дм³ за 500 м до та 500 м після скиду стічних вод. Експозицію виконували у темному місці в нещільно закоркованих судинах для забезпечення доступу кисню. Через певні проміжки часу з кожного варіанту відбирали проби та визначали концентрацію $N-NH_4$, за динамікою якої з допомогою лінеаризації методом Уокера-Шмідта розраховували біокінетичні показники нітрифікації - максимальну швидкість окиснення $N-NH_4$ (V_{max}) та константу Міхаеліса цієї біохімічної реакції (K_m).

Гідрохімічний аналіз водних середовищ ($N-NH_4$ – колориметрично з реактивом Неслера, $N-NO_2$ – колориметрично з α -нафтиламіном, $N-NO_3$ – колориметрично з саліцилатом натрію, завислі речовини – гравіметрично, рН – електрометрично, ХСК – арбітражним методом з біхроматом калію) проводили за стандартними методиками згідно вимогам нормативних документів України. Концентрацію нітрифікуючих бактерій I фази нітрифікації в активному мулі визначали мікробіологічним методом граничних розведень на середовищі Соріано і Уокера Статистичну обробку даних виконували в комп'ютерній програмі Microsoft Excel.

Розрахунки біокінетичних констант нітрифікації в воді на ділянках р.Уди показали, що на ділянці до скиду очищених стічних вод значення константи Міхаеліса, яка характеризує спорідненість ферментативних систем мікробіоценозу до перетворюваного субстрату ($N-NH_4$), на порядок вище ніж після скиду. Це свідчить про те, що на ділянці до скиду спорідненість ферменту нітрифікації I фази до амонійного азоту значно нижча, ніж після скиду. На підставі цих даних можна також припустити, що після скиду стічних вод видовий склад нітрифікуючої мікрофлори в р. Уди змінився. Швидкість нітрифікації на ділянці

після скиду стічних вод більш, ніж вдвічі перевищувала цей показник в річковій воді до скиду. Отже, скид глибоко очищених нітрифікованих стічних вод в р. Уди сприяв підвищенню нітрифікуючої здатності водного середовища. Таке явище на ділянці після скиду глибоко очищених стічних вод відмічали і закордонні наукові фахівці.

Провели орієнтовний розрахунок емісії нітрифікуючих бактерій з очисних споруд в природну водойму. Для цього в експериментальних мікробіологічних дослідженнях активного мулу встановили, що концентрація нітрифікуючих бактерій I фази нітрифікації в активному мулі очисних споруд наприкінці аеротенку-витиснювача досягала 10^6 - 10^8 кл/г сухої ваги мулу. З урахуванням концентрації завислих речовин в стічних водах при скиді (≤ 15 мг/дм³) та об'єму скиду (180 тис. м³/добу), щоденна емісія нітрифікуючих бактерій з очисних споруд в р.Уди може досягати $2,7(10^{15} - 10^{17})$ кл/добу.

В лабораторному експерименті з водою з р. Сів. Донець значення константи Міхаеліса на ділянках до та після скиду стічних вод Зміївської паперової фабрики було практично однаковим. Це свідчить про те, що популяція нітрифікуючих мікроорганізмів на досліджених ділянках р. Сів.Донець була однаковою, тобто скид стічних вод не привніс в р. Сів.Донець нової нітрифікуючої мікрофлори іншого виду.

А от швидкість нітрифікації I фази в воді р. Сів.Донець після скиду стічних вод паперової фабрики зазнала кардинальних негативних змін. Розрахунок швидкості нітрифікації (V_{max}) в воді р. Сів.Донець на досліджених ділянках показав, що до скиду стічних вод V_{max} складала 0,22 мг N-NH₄ /добу, а в воді після скиду – 0,07 мг N-NH₄ /добу. Таким чином, скид недостатньо очищених стічних вод Зміївської паперової фабрики в р.Сів.Донець в три рази (на 68,2 %) зменшив активність нітрифікації, а, отже й самоочищуючої здатності на досліджуваній ділянці водойми.

Відомо, що активним інгібітором нітрифікації (притаманним і біотехнологіям очистки стічних вод) є наявність органічних речовин в середовищі. Це припущення підтвердило і визначення складу стічних вод, що скидались досліджуваними об'єктами. Стічні води, які скидаються в р.Уди з міських біологічних очисних споруд № 2 м.Харкова, мають ХСК не вище 40 мг/л, а стічні води паперової фабрики, які скидаються в р. Сів. Донець – більше 100 мг/л. Концентрація завислих речовин в стічних водах першого об'єкту не перевищувала 15 мг/л, а другого – перевищувала 100 мг/л. Стічні води обох об'єктів мали низьку концентрацію амонійного азоту. Але в стічних водах МОС № 2 низьку концентрацію амонійного азоту було зумовлено не складом поступаючих на обробку стічних вод, а їх глибокою нітрифікацією при біологічній очистці. А в стічних водах паперової фабрики низька концентрація амонійного азоту була зумовлена складом речовин та середовищ основного технологічного процесу. Стічні води цього об'єкту взагалі не проходили біологічну очистку.

Таким чином, як показали проведені дослідження, екологічні наслідки скиду стічних вод в природні водойми для процесів їх самоочищення від сполук азоту можуть бути дуже різними, в тому числі навіть позитивними, що кореспондується з даними і закордонних науковців. Результат впливу залежать не тільки від глибини очистки стічних вод від органічних сполук та завислих речовин, але й від

наявності на очисних спорудах процесів очистки з глибокою нітрифікацією та високою нітрифікуючою здатністю активного мулу.

Андрій Кравчук, доктор технічних наук

Олександр Кравчук, кандидат технічних наук

Артем Ломако, студент

Київський національний університет будівництва і архітектури

Ольга Кравчук

Національний транспортний університет

ЗМІНА ПАРАМЕТРІВ ЗБІРНИХ ДРЕНАЖНИХ ТРУБОПРОВОДІВ ПРИ ПРОПУСКУ ТРАНЗИТНОЇ ВИТРАТИ

В роботі на основі аналізу системи диференційних рівнянь, які описують рух рідини в напірних збірних горизонтальних дренажних трубопроводах, що працюють при наявності транзитної витрати, в яких надходження рідини вздовж шляху відбувається в режимі фільтрації, запропоновані прості та зручні для застосування залежності для розрахунку основних гідравлічних і конструктивних характеристик таких труб. Розв'язки отримані за припущення нехтування членом, який враховує ефект зміни витрати вздовж шляху. При аналізі введено поняття фіктивного нескінченно довгого збірного дренажного трубопроводу або трубопроводу з нескінченною великою величиною просякнення стінок труби. Для цього типу труб вважається, що реальна витрата в їх кінці замінюється умовною витратою, яка надходить на фіктивній кінцевій ділянці трубопроводу. При цьому витрата в кінцевому перерізі фіктивних труб приймається рівною нулю. Введені припущення дозволяють для розрахунку даних трубопроводів з певним наближенням використовувати відомі формули, які застосовуються при розрахунку роботи трубопроводів без транзиту. Приведені залежності дають можливість розрахувати вплив транзитної витрати на гідравлічні характеристики збірних дренажних труб.

Олександр Квартенко, доктор технічних наук

*Національний університет водного господарства та природокористування,
(м. Рівне)*

Ігор Присяжнюк, кандидат технічних наук,

Рівненський державний гуманітарний університет

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ БІОЛОГІЧНОГО ЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД В КОНТАКТНОМУ ЗАВАНТАЖЕННІ БІОРЕАКТОРІВ

Проведений аналіз сучасних біотехнологій в галузі очищення підземних вод показав, що одним із трендів є розвиток напрямку біологічного знезалізнення, який має не тільки тривалу історію та фундаментальність досліджень фізіології, ультраструктури та механізмів життєдіяльності феробактерій, але й широке впровадження методу на станціях водопідготовки в країнах Європи, Австралії, Канади, США, Японії. Впровадження сучасного технологічного обладнання на таких станціях викликає потребу в необхідності прогнозування їх роботи

використовуючи методи математичного моделювання процесів із їх подальшою комп'ютерною реалізацією. В роботі наведено короткий аналіз існуючих математичних моделей біологічного знезалізнення, більшість з яких базується на кінетиці ферментативних реакцій та представлено у вигляді модифікацій рівнянь Міхаеліса-Ментен та Моно. Показано, що на відміну від фізико-хімічного механізму в процесі фільтрування, до якого розроблені сучасні багатокомпонентні математичні моделі, моделюванню кінетики процесів очищення підземних вод в біореакторах приділялося значно менше уваги.

Метою роботи є розробка математичної моделі кінетики процесу біологічного знезалізнення підземних вод в біореакторах та перевірка її комп'ютерної реалізації за даними експериментальних досліджень. Математична модель представлена задачею Коші для нелінійної системи диференціальних рівнянь в частинних похідних першого порядку. Система задачі Коші складається з п'яти рівнянь з п'ятьма невідомими функціями, які описують розподіл концентрацій аніонів феруму, бактерій, а також, матриксних структур в двох фазах (рухомій та закріпленій) не тільки у просторі, а і у часі. В моделі враховано зворотний вплив характеристик процесу, зокрема концентрації матриксних структур в міжпоровому просторі, а також характеристик середовища за допомогою коефіцієнтів масообміну та пористості. Модель дозволяє прогнозувати зміну ефективності очищення в залежності від тривалості фільтроциклу, швидкості фільтрування, концентрації іонів Fe^{2+} , вмісту залізобактерій та їх матриксних структур в міжпоровому просторі контактного завантаження, визначити оптимальний час роботи біореактора між промивками, його оптимальні фізичні розміри.

В результаті комп'ютерної реалізації моделі та проведених числових експериментів встановлено час ефективної роботи біореактора між промивками (до 9 діб), а також оптимальну висоту контактного завантаження (1,2 м), розподіл концентрацій складових процесу в середині контактного завантаження біореактора. На основі цього встановлено, що основне навантаження припадає на його верхні шари (0,2–0,6 м).

Дмитро Пахомов, аспірант

Геннадій Кочетов, доктор технічних наук

Дмитро Самченко, кандидат технічних наук

Київський національний університет будівництва та архітектури

РОЗРОБКА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОГО МЕТОДУ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД ВІД СПОЛУК ХРОМУ (VI)

Останнім часом велика увага приділяється розробці комплексних ресурсозберігаючих технологій очистки промислових стічних вод. У цій роботі застосовано новий енергоощадний метод феритизації для очищення відпрацьованих електролітів хромування з подальшою утилізацією осадів цих концентрованих стічних вод. Для ініціації процесу феритизації використовувався метод електромагнітної імпульсної активації замість традиційного термічного. Для

проведення серії експериментальних досліджень із вилучення сполук хрому із стічних вод запроєктовано та створено експериментальну установку для вивчення основних параметрів процесу активації реакційної суміші.

Встановлено найкращі параметри електромагнітної імпульсної активації феритизації: амплітуда магнітної індукції 0,14 Тл та частота імпульсів 1 Гц. Визначено оптимальне співвідношення концентрації іонів заліза і хрому у реакційній суміші 10:1, при якому досягається ступінь видалення іонів хрому з відпрацьованого електроліту 99,96%. Очищена вода відповідає вимогам повторного використання у гальванічному виробництві. Результати рентгеноструктурного аналізу осадів феритизації засвідчили, що підвищення вмісту стійких кристалічних фаз феритів хрому та магнетиту спостерігається при зростанні амплітуди магнітного поля від 0,001 до 0,14 Тл. Аналіз отриманих даних підтверджує перспективність використання енергозберігаючого методу феритизації з активацією реакційної суміші змінним магнітним полем. Розроблена технологія передбачає впровадження оборотного водопостачання на промислових підприємствах.

Проведені промислові випробування утилізації відходів хромвмістних стічних вод у складі лакофарбових покриттів, які мають основні фізико-механічні параметри на рівні вимог діючих стандартів.

Результати роботи сприяють покращенню екологічного стану промислових підприємств шляхом утилізації токсичних рідких відходів та впровадженню технології замкнутого циклу.

Олександр Кравченко, доктор технічних наук
Київський національний університет будівництва і архітектури
Інститут комунальної інфраструктури
Тетяна Куба, аспірант
Київський національний університет будівництва і архітектури
Олег Бакуновський
ТОВ «ІВІК Формула води»

ПЕРЕСУВНІ КОМПЛЕКСИ ЗАБОРУ І ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛЮДЕЙ ПИТНОЮ ВОДОЮ В УМОВАХ ВІДСУТНОСТІ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Питне водопостачання України майже на 80 відсотків забезпечується з поверхневих джерел. Більшість басейнів річок згідно з гігієнічною класифікацією водних об'єктів за ступенем забруднення можна віднести до забруднених та дуже забруднених, які не відповідають вимогам санітарного законодавства на джерела питного водопостачання.

В умовах війни гостро постала проблема забезпечення питною водою населення там де централізоване водопостачання призупинене, або відсутнє.

Під час російської агресії зафіксовано попадання снарядів у водопровідні насосні станції, трубопроводи, водоочисні споруди. Але в більшості випадків причиною припинення водопостачання було знеструмлення ключових об'єктів водоканалів.

Без води доступу до питної води залишилися жителі сотень міст, містечок та сіл України. Так, 8 травня цього року окупаційні війська РФ обстріляли Попаснянську фільтрувальну станцію, внаслідок чого без централізованого водопостачання залишилось близько 1 млн людей. Також слід звернути увагу на ризики застосування у війні зброї масового ураження, та інші надзвичайні ситуації що потребують очищення води з високим ступенем забруднення з озер, річок, водосховищ, каналів і т.д.

За результатами проведеного всебічного аналізу інформаційних джерел в цілому можна зробити висновок, що робота пересувних установок по забору води з поверхневих джерел для забезпечення людей питною водою в умовах відсутності централізованого водопостачання у звичайному режимі та у випадках використання зброї масового ураження на сьогоднішній день досліджена недостатньо.

Слід зауважити, що отруйні речовини нервово-паралітичної та шкірноаривної дії вважаються найбільш небезпечними. При потраплянні таких речовин у водний об'єкт (серед яких зарин, зоман та речовина VX.) одим із способів їх нейтралізації є гіперхлорування (дозою за активним хлором до 100 мг/дм³ з експозицією 15-30 хвилин).

Тому розробка автономних пересувних установок, що забезпечують забір води з доступного поверхневого джерела, очищення її до вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» та заповнення водовозних машин постає вкрай актуальною. Установки також повинні забезпечити очищення і в разі зараження водою хімічною зброєю.

Ключовим завданням при цьому є встановлення оптимальних параметрів і характеристик обладнання, а також методології застосування пересувних комплексів на об'єктах комунальної інфраструктури населених пунктів.

Необхідну кількість водоочисних установок слід визначати, виходячи з кількості населення, що потребує забезпечення питною водою. Середньодобова розрахункова норма води на одну людину складає 5 л/добу, а при відключенні централізованої системи водопостачання більше ніж на 2 тижні збільшується до 15 л/добу/людину. Оптимальною продуктивністю однієї установки при цьому є 2 м³/год.

На виробничій базі компанії «ІВІК Формула води» розроблені сучасні установки, що повністю відповідають вказаним вимогам і мають позитивний досвід впровадження у Дніпропетровській області України.

Установки можуть працювати у двох режимах:

- режим при звичайних умовах
- режим підвищеного забруднення води (в тому числі окремими видами зброї масового ураження)

Переключення режимів відбувається без додаткового обладнання і забезпечується відповідною перекомутацією (закриттям/ відкриттям кранів).

Установки змонтовані на базі критого причепа фургону мінімальних розмірів, передбачається утеплення та система опалення. Живлення всіх пристроїв здійснюється від автономного дизель-генератора. Водоочисні

комплекси комплектуються відповідним технологічним обладнанням та трубопровідною обв'язкою.

В подальших дослідженнях передбачається на основі отриманого досвіду експлуатації подібних систем в реальних умовах провести їх поступову модернізацію і оновлення як з точки зору конструкцій, так і з точки зору застосованих технологій. Передбачається також створення спеціальних типорозмірів для очищення води з підвищеним солевмістом.

Світлана Потапенко, аспірант

Олександр Кравченко, доктор технічних наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ДОВГОСТРОКОВОГО ПЛАНУВАННЯ У СФЕРІ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ В УКРАЇНІ

Реалії сьогодення України позначили питання водозабезпечення населення питною водою в умовах припинення роботи централізованих водосистем. На сьогодні в країні є населені пункти, які були охоплені централізованим водопостачанням, і водна інфраструктура яких зруйнована окупантами під час воєнних дій.

В короткі строки відновити централізоване водопостачання немає можливості. В таких умовах постачання населення водою необхідно здійснювати з використанням децентралізованих систем. При цьому досить часто ситуація ускладнюється одночасною відсутністю електропостачання.

Подібні ситуації свідчать про необхідність розроблення заходів щодо забезпечення населення питною водою в умовах припинення роботи систем централізованого водопостачання, які мають бути невід'ємною частиною схем оптимізації систем водопостачання та водовідведення населених пунктів (далі – схеми оптимізації).

По суті, схема оптимізації - це документ, що містить технічне та економічне обґрунтування будівництва, реконструкції та модернізації об'єктів у сфері водопостачання та водовідведення з урахуванням перспективи розвитку населеного пункту, а також заходи щодо забезпечення енергоефективного, якісного, безпечного, екологічного та надійного функціонування систем водопостачання та водовідведення населеного пункту.

Слід зауважити, що чинні в Україні Методичні рекомендації з розроблення схем оптимізації роботи систем централізованого водопостачання та водовідведення у теперішній час сильно застарілі і не враховують сучасні технології і можливості. Крім іншого, вимоги до них носять рекомендаційний характер.

Крім того, вивчення закордонного досвіду показує, що у ряді країн ЄС муніципалітети відіграють головну роль в процесі довгострокового планування інженерних систем. Вихідним пунктом для такого планування є генеральний та детальний плани території. Результат планування - зонування території із визначенням видів (централізованого, децентралізованого). Процеси планування і зонування тісно пов'язані із сектором будівництва і ґрунтуються на певних

нормативно-правових актах. Із цього можна зробити висновок, що діючі Методичні рекомендації з розроблення схем оптимізації роботи систем централізованого водопостачання та водовідведення не відповідають принципам муніципального енергетичного планування, яке прийнято в містах Європи.

В цьому році Україна підписала додаткову угоду з Євросоюзом про фінансування заходів з підтримки енергоефективності. В країні прийняті Закон України «Про енергетичну ефективність», Програма діяльності Кабінету Міністрів України, Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність», Національна економічна стратегія на період до 2030 року.

Вищезазначене обумовлює необхідність створення нової Методики розроблення схем оптимізації населених пунктів України на основі принципів комплексного планування ресурсів.

В новій Методиці мають бути внесені такі зміни.

1. Необхідно визначити, що схема оптимізації - це передпроектний документ, який повинен співпадати з Генпланом відповідного населеного пункту, і в якому обґрунтовується економічна доцільність та господарська необхідність проектування і будівництва нових, розширення та модернізація діючих об'єктів водопостачання та водовідведення, запровадження енергоефективних заходів з перспективою в п'ять - десять років.
3. Схему оптимізації треба розглядати як інструмент довгострокового планування водопостачання і водовідведення населених пунктів, який буде сформовано за результатами комплексного розгляду та аналізу існуючих і очікуваних об'єктів у цій сфері та будівель.
4. Для здійснення водних та гідравлічних розрахунків під час розроблення такої схеми необхідно використовувати інструменти електронного моделювання, у тому числі геоінформаційну систему, як основу для подальшої концепції її оптимізації.
5. Необхідно запровадити стратегічне резервування елементів систем питного водопостачання.
6. Необхідно передбачити, що схема оптимізації повинна розроблятися за принципом оптимального поєднання різних систем водопостачання та водовідведення на території населеного пункту, з використанням методу аналізу витрат і вигід для вибору рекомендованого сценарію. При визначенні рекомендованого сценарію повинні розглядатися всі доречні альтернативи базовому сценарію. Аналіз витрат і вигід буде враховувати всі доступні технології і ресурси.
7. Необхідно визначити систему показників стану об'єктів водопостачання та водовідведення населеного пункту. За показниками стану об'єктів водопостачання та водовідведення населеного пункту, за результатами аналізу витрат і вигід, буде здійснюватись вибір альтернативного та рекомендованого сценаріїв водопостачання та водовідведення.
8. Необхідно створити чіткий порядок (поетапний план) розроблення схеми водопостачання та водовідведення населеного пункту, в якому визначити орган, який буде забезпечувати розробку документу, а також вимоги до його розробника, процедуру погодження та затвердження.

9. Необхідно описати з яких частин буде складатися схема водопостачання та водовідведення населеного пункту, їх зміст і форму. Обов'язково описати показники, що будуть використовуватись при розробленні схеми, і за якими надалі буде здійснюватись оцінка впровадження прийнятого сценарію водопостачання та водовідведення населеного пункту.

Нова методика розроблення схем оптимізації повинна стати правовим актом, який повинен встановлювати загальні положення, вимоги до розроблення, порядок розроблення, зміст та форму, основні показники схеми водопостачання та водовідведення населеного пункту. Цей проєкт акту повинен мати чіткий алгоритм дій для органів місцевого самоврядування та спеціалізованих організацій для розроблення, погодження та затвердження схем, а також чітку форму і конкретні показники, що використовуються під час формування схем водопостачання та водовідведення населеного пункту.

Ірина Обертас, кандидат технічних наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

МОДЕЛЮВАННЯ І РОЗРАХУНКИ КИСНЕВОГО РЕЖИМУ ПРИ ВИЛУЧЕННІ ЗАЛІЗА ІЗ ПІДЗЕМНИХ ВОД ФІЛЬТРУВАННЯМ

Відомо, що в більшості регіонів України водоносні горизонти, із яких відбувається переважно забір підземних вод для забезпечення населення питною водою, мають підвищений вміст заліза, який значно перевищує існуючі нормативні вимоги.

В сучасних умовах найбільш розповсюдженим методом вилучення сполук заліза з води є фільтрування через зернисте завантаження з природних чи штучних зернистих матеріалів в спеціальних установках, основним технологічним елементом яких є фільтр [1-7]. В звичайних умовах в підземних водах при відсутності розчиненого кисню і других окислювачів переважно присутня форма розчиненого заліза у вигляді іонів Fe^{2+} чи його нестійких закисних форм різних солей. При взаємодії з розчиненим киснем, який подається у фільтруючу воду, двовалентне залізо окислюється в трьохвалентне, потім гідролізується в колоїдний чи суспензований гідроксид заліза $Fe(OH)_3$ у вигляді мулопластівців.

При цьому процеси, які відбуваються у фільтрі можна описати наступним чином: Fe^{2+} адсорбується на поверхні зерен завантаження, утворюючи моношар із Fe^{2+} (каталітична плівка). При цьому окислення Fe^{2+} відбувається як на поверхні завантаження адсорбованим киснем O_2 , утворюючи плівку із молекул $Fe(OH)_3$, так і на випавшому в осад $Fe(OH)_3$, і у вільному міжпоровому просторі. З часом відбувається дегідратація осаду, тобто його ущільнення (старіння) що буде впливати на визначення гідродинамічних характеристик фільтраційного потоку. При заборі і відкачці підземних вод водозабірними спорудами переважно вертикальними свердловинами, відбувається хімічний кольматаж фільтру і при-фільтрової зони забрудненим залізом Fe^{2+} . При наявності у воді розчиненого

кисню розчинене у воді залізо Fe^{2+} окислюється в залізо Fe^{3+} , яке гідролізується, коагулює і випадає в осад у вигляді гідроксиду заліза $Fe(OH)_3$. Тому в обох випадках наукові дослідження полягають у вивченні динаміки утворення і накопичення гідроксиду заліза у фільтрах з врахуванням особливостей впливу різних факторів на цю динаміку. Як уже зазначалось вище, ефективність вилучення заліза Fe^{2+} залежить від наявності розчиненого кисню в рідині (розчину), який в значній мірі визначає характер процесу протікання реакцій (кінетику окислення). В існуючих дослідженнях, які в основному проводились в умовах очистки підземної вод від заліза при концентраціях, які не перевищують 10 мг/л, вважалось, що забезпечення киснем в достатній кількості (десь > 3-5 мг/л) можна забезпечити технологією спрощеної аерації [1,5,8]. В цьому випадку без відповідного наукового обґрунтування вважалось, що кінетика окислення в достатній кількості забезпечена киснем і в наукових розробках (моделях і розрахунках) наявність кисню можна не враховувати [5,7]. Тому важливим питанням при вирішенні зазначеної проблеми є оцінка впливу споживання кисню при знезалізненні води і обґрунтування його забезпечення в достатній кількості на етапі роботи фільтра.

Для вирішення цієї проблеми в роботі побудована більш загальна і доскональна математична модель фільтрування двофазного потоку (залізо і кисень), яка враховує гідродинамічні і фізико-хімічні процеси міграції (переносу) кінетики обміну і накопичення, трансформації (перетворення) форм заліза і кисню в поровому розчині і на зернах затопленого фільтру.

На підставі аналізу прийнятих загальних моделей знезалізнення для подальшої реалізації їх можна спростити, розглядаючи два можливих випадки (стадії) процесу знезалізнення води. В подальшому відносно цих стадій були обґрунтовані і прийняті відповідні кінетики масообміну і реакцій. В межах першої стадії, що має місце на початку процесу, а також коли формування залізної плівки на зернах відбувається надто повільно і кількість утвореного осаду буде незначним, має місце гомогенне окислення Fe^{2+} і утворення осаду гідроксиду заліза $Fe(OH)_3$, переважно в розчині. В цьому випадку будемо нехтувати дифузійним членом, вплив якого буде незначним і приймати таке значення

$$\frac{D}{vt} = \frac{1}{Pe} \rightarrow 0 \quad (Pe - \text{відомий дифузійний критерій Пекле}) \text{ згідно прийнятій технології}$$

швидкість фільтрування $v = const$.

В межах другої стадії гетерогенного окислення переважно на твердій фазі з утворенням залізної плівки із гідроксиду заліза $Fe(OH)_3$, яка настає десь при $t > n_c x / v$, передбачається також фільтрація з постійною швидкістю $v = const$. При відкачках із свердловини з постійним дебітом $Q = const$ в рівняннях приймається також $v = const$.

В результаті розрахунків по точній моделі і по наближеному рішенні спостерігається достатнє узгодження точних і наближених розрахунків. Тому

запропонована методика наближеного розрахунку концентрації осаду на поверхні фільтрів може бути рекомендована для інженерних розрахунків.

Олена Гіжа, кандидат технічних наук

Тетяна Толмачова, студентка

Київський національний університет будівництва і архітектури

ПІДПЕРТИЙ ГІДРАВЛІЧНИЙ СТИБОК ПІСЛЯ ГАСИТЕЛІВ ЕНЕРГІЇ

Для гасіння підвищеної кінетичної енергії у нижньому б'єфі після водоскидних споруд влаштовують різноманітні гасителі енергії у вигляді водобійних колодязів, водобійних стінок, тощо. У багатьох випадках в цих спорудах утворюється досконалий або підпертий гідравлічний стрибок.

У сучасній літературі зазначається, що у разі утворення підпертого гідравлічного стрибка у водобійному колодязі тиск в перерізі над уступом розподіляється за гідростатичним законом. Такий підхід дає можливість зменшити глибину водобійного колодязя або висоти водобійної стінки у порівнянні з їхніми розмірами за умови утворення у колодязі досконалого гідравлічного стрибка.

При цьому вважається, що кінематична структура потоку на виході з колодязя є подібною до протікання води через водозлив з широким порогом. Але фактично у перерізі над уступом встановлюється тиск більший, ніж передбачалося би за основним законом гідростатики. Це відбувається тому, що на уступ діє сила тиску, що складається з сил як від гідростатичного так і від динамічного тисків потоку, який обтікає уступ колодязя (або водобійну стінку).

Експерименти показали, що додаткова динамічна сила зростає при зменшенні відношення довжини водобійного колодязя до довжини досконалого гідравлічного стрибка. У цьому випадку уступ наближається до початку стрибка, де швидкості максимальні і динамічний тиск на уступ збільшується.

Аналіз експериментальних даних дозволив отримати залежність динамічного тиску від ступеня підпертості стрибка, що дало змоги ще додатково зменшити глибину водобійного колодязя.

Однією з задач є також визначення впливу швидкості натікання потоку на уступ в залежності від його відносної висоти.

Проведені дослідження показали, що сила динамічного тиску на уступ залежить не тільки від ступеню підпертості стрибка, але й від форми уступу, відносного стиснення потоку уступом по вертикалі, тощо.

Отримано рекомендації по врахуванні впливу цих факторів на характеристики гідравлічного стрибка. Також було встановлено, що сила динамічного тиску на нахилений уступ буде меншою, ніж сила тиску на вертикальний уступ. Але і в цьому випадку тиск на уступ буде більший, ніж за гідростатичним законом.

Наведені рекомендації дозволяють удосконалити розрахунки гасителів енергії після водоскидних споруд.

Вадим Орел, кандидат технічних наук

Оксана Мацієвська, кандидат технічних наук

Іреней Балабух, студент

Національний університет «Львівська політехніка»

ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗЧИНЕННЯ ПОРОЖНИН У КАМ'ЯНІЙ СОЛІ ЗАТОПЛЕНИМИ СТРУМЕНЯМИ ВОДИ

Для прискорення процесу розчинення порожнин у кам'яній солі найдоцільніше подавати розчинник крізь сопла перфорованої труби у вигляді затоплених струменів. У роботі наведено експериментальні дослідження ефективності розчинення поодинокі порожнини.

Згідно з літературним оглядом, залежність між глибиною порожнини, діаметром сопла d_c , швидкістю V_c на його зрізі та часом розчиненням t , отримана методом аналізу розмірностей, є подібною лише за $d_c = \text{const}$. Проте, за $d_c = \text{const}$ геометричні та кінематичні характеристики вільного затопленого струменя, який витікає з сопла та розповсюджується в порожнині, залежать від співвідношення її радіусу r_n та глибини h_n , тобто визначають довжину порожнини з гідравлічної точки зору.

Розглянуто фізичне розчинення порожнини водою зі стаціонарного сопла діаметром $d_c = 0,004$ м за двох значень швидкості $V_c = \text{const}$.

Ефективність розчинення порожнини, яка має практично циліндричну форму з напівциліндричним дном, проаналізовано при $V_c = 8,85$ м/с. Одержані результати пояснено, виходячи з того, що утворена порожнина є коротким тупиковим каналом, в якому діє фактор поздовжнього стиснення.

Так, течія в короткому тупиковому каналі зумовлена протитиском, який здійснює його торець. А протитиск, у свою чергу, перешкоджає розвитку струменя, який при цьому не досягає своєї далекобійності. Припинення істотного розширення струменя опосередковано підтверджено використанням емпіричної формули для розподілу максимальної швидкості V води по осі струменя. Її значення на кінці ділянки найінтенсивнішого розчинення порожнини стає меншою порівняно з швидкістю V_c майже в 8,85 разів. Межі ділянки найінтенсивнішого розчинення порожнини визначено за вище згаданою залежністю, отриманою методом аналізу розмірностей. Але інтенсивність розчинення порожнини починає зменшуватися раніше, не досягаючи кінці ділянки. Адже вплив торця тупикового каналу на зміну швидкості V починає проявлятися на відстані приблизно $0,5 \cdot r_n$ від торця.

Отримано, що залежність $r_n = f(h_n)$ є лінійною. Кут на основній ділянці вільного затопленого струменю до точки впливу торця каналу на зміну швидкості V між границею зміни геометричних розмірів порожнини та віссю сопла становить $20^\circ 23'$.

Усе це дозволяє, згідно зі вище згаданою залежністю, визначити час t розчинення порожнини.

За результатами роботи зроблено такі висновки. 1. Залежність між глибиною порожнини, діаметром сопла, швидкістю на його зрізі та часом розчиненням, отримана методом аналізу розмірностей, дозволяє моделювати

розчинення порожнин за різних значень швидкостей на зрізі сопла за його сталого діаметру. 2. Показано можливість визначення розмірів найінтенсивнішого розчинення порожнин. 3. Розчинення порожнин є ефективним в обмеженому діапазоні часу розчинення, нижня межа якого залежить від швидкості на зрізі сопла, а верхня – від прогнозованої глибини порожнини.

Інга Уряднікова, кандидат технічних наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

АКТУАЛЬНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ І УПРАВЛІННЯ ТЕХНОГЕННИМИ РИЗИКАМИ, ЯКІ ВИНИКАЮТЬ В СИСТЕМАХ ВОДООЧИЩЕННЯ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ НАДІЙНОСТІ І БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

В Україні раціональне використання водних ресурсів є однією з найбільш важливих проблем енергетичних підприємств.

Зростання потужностей теплових електростанцій і тепло-електроцентралей і обмеженість дебіту води потребує збільшення долі оборотних систем водопостачання і перехід від прямоточних до оборотних систем водопостачання. Сучасні теплоелектростанції використовують виключно паротурбінні агрегати, працюючи на водному теплоносії.

Якість води в системах теплоенергетики залежить від надійності і економічності експлуатації енергетичного обладнання, яке є складовою частиною загальної системи технічного водопостачання в теплоенергетиці. ТЕС і ТЕЦ включають в свій виробничий цикл значну кількість води, яка надходить для заповнювання контуру паротурбінної установки, компенсації втрат пара і конденсата під час роботи, підживлення теплових мереж, а також охолодження конденсаторів турбін та інших апаратів і установок. Основна частина відробленої води 85-90% іде на зворотний цикл, а решта, проходить відповідне очищення і скидається в навколишнє середовище. В разі недотримання нормативів якості води відбувається безпосереднє забруднення водного середовища скидними водами, показники роботи котлів знижуються на 10-20%, знижується їх ККД, що призводить до значних перевитрат палива або електроенергії, що теж збільшує забруднення повітряного басейну, ґрунту і створює додаткову екологічну небезпеку для флори, фауни та людини.

Ймовірністю мірою відмови або зниження якості води, що використовується у виробничому циклі можна визначити через ризик виникнення небезпечної або аварійної роботи теплоенергетичних об'єктів. Існуючі на сьогодні методи водоочищення створюють ризики погіршення режиму роботи чи виходу з ладу енергогенеруючого обладнання і влучення в екологічне середовище шкідливих домішок, що створюють як у короткостроковому, так і в довгостроковому плані ризик і для життєдіяльності людей.

Виникає необхідність розробки методології комплексної оцінки техногенного ризику в системах водопостачання теплоенергетичних об'єктів, обґрунтування теоретичних основ оцінок техногенного ризику від неякісного очищення води і підходів щодо пошуку оптимальних форм управління техногенною безпекою енергетичних об'єктів.

Таким чином, аналіз, визначення і управління техногенними ризиками, виникаючими в системах водоочищення в теплоенергетиці для підвищення їх надійності і безпеки експлуатації енергетичних і теплотехнічних установок є актуальною і перспективною проблемою в різних галузях промисловості.

Сергій Шаманський, доктор технічних наук

Дмитро Кітов

Київський національний університет будівництва і архітектури

ВИМІРЮВАННЯ КІЛЬКОСТЕЙ ТА ВИТРАТ СТІЧНИХ ВОД В КОНТЕКСТІ ДОСЯГНЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Одним із шляхів контролю техногенного навантаження на гідросферу є облік стічних вод що скидаються у водні об'єкти. Найбільш простими методами є розрахункові методи, що ґрунтуються на визначенні об'ємів скидання за об'ємами водоспоживання. Можливими є два підходи: перший – приймається, що весь обсяг водоспоживання надходить у каналізацію; другий – приймається коефіцієнт скидання в систему каналізування. Перевагами таких методів є відсутність необхідності застосування засобів вимірювання. Недоліками – низька точність.

Сучасні вимоги до обліку диктують необхідність використання саме інструментальних методів, які є незрівнянно більш достовірними. Ці вимоги є актуальні оскільки стоки, що містять різні забруднення впливають на роботу приладів обліку. Цей вплив є різним на прилади з різними принциповими схемами роботи. Прилади можна розділити на дві групи: для безнапірних потоків; для напірних потоків. Перші також можна розділити на дві групи за принциповим методом: перший – метод «рівень-витрата» (лоток Паршаля, лоток Вентурі, трикутний водозлив тощо); другий – метод «площа-швидкість».

Як перший, так і другий методи мають значну систематичну похибку, яку важко оцінити чи спрогнозувати. Додаткові похибки виникають також через неточності роботи рівнемірів.

В системах водопостачання одними з найбільш розповсюджених вимірювальних приладів є тахометричні. Їх принцип роботи ґрунтується на залежностях швидкості обертання крильчатки чи турбінки від швидкості потоку. Наявність рухомих частин знижує надійність цих приладів, особливо при використанні для вимірювання витрат забруднених рідин. Через це в системах каналізування вони практично не використовуються.

Принцип роботи електромагнітних пристроїв ґрунтується на створенні постійним магнітом магнітного поля всередині потоку і подальшого вимірювання електрорушійної сили, що індукується зарядженими частинками, присутніми у потоці. Проте електричні і магнітні поля спричиняють виникнення вихрових струмів у корпусі приладу, що у свою чергу впливає на величину електрорушійної сили і може вносити додаткову суттєву похибку. Додаткову похибку вносять також відкладення, що утворюються на електродах. Все це знижує також довговічність електромагнітних приладів.

Ультразвукові прилади працюють за принципом вимірювання різниці часу проходження ультразвукової хвилі за потоком в проти потоку. Існують також прилади робота яких ґрунтується на вимірюванні зміщення ультразвукової хвилі, направленою перпендикулярно потоку. Через те, що ультразвукові хвилі мають здатність розсіюватися, а також змінювати швидкість розповсюдження при зміні параметрів середовища, такі прилади можуть також працювати зі значними похибками вимірювання.

Вимірювальні прилади змінного перепаду тиску вимірюють витрату за перепадом тиску на звужуючому пристрої. Вони не мають тих недоліків, що мають прилади перераховані раніше. Вони добре підходять для вимірювання кількостей та витрат стічних вод, уможливлючи вимірювання дуже забруднених рідин практично при будь-яких параметрах середовища. Розрахунки показують, що звужуючий пристрій дифманометром класу точності 0,4 та інтегратором може вимірювати витрату стоків з похибкою 2,3% у робочому діапазоні і 4% у перехідному діапазоні. При використанні дифманометрів класу точності 0,25 похибки вимірювання зменшуються до 2% і 3% відповідно.

Валерій Макарєнко, доктор технічних наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

Олена Панченко

Державне підприємство «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства»

Київський національний університет будівництва і архітектури

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН ДЕГРАДАЦІЇ МЕТАЛУ ГІДРОТЕХНІЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Об'єктом досліджень служили фрагменти опорних балок, вирізані в процесі вимушеного чи планового ремонту з аварійних шляхопроводів з різними термінами експлуатації: від 0 (аварійний запас) до 50 років. У дослідженнях використовували зразки мостових конструкцій та трубопроводів, виготовлених із сталей марок 20, К15, 06Х1 і 09Г2С. Товщина стінки таврової балки – 20 мм; товщина стінки труб – 10 мм. Зразки пошкодженого металу балки досліджували з використанням растрового електронного мікроскопа JSM-35CF (фірма «Джеол», Японія). Вміст водню і характер розподілу його в металі балки вивчали методом локального мас-спектрального аналізу з лазерним мікрозондом.

Зміну рівня напружень сталей труб з різним терміном експлуатації визначали на стандартних циліндричних зразках діаметром 5 мм, які були вирізані із заготовок цих сталей, і піддавалися одноосному розтягуванню зразків типу МІ-12. Механічні випробування виконували на універсальній розривній машині «Інстрон-1251» (Великобританія) з швидкістю деформування 5 мм/хв при постійній температурі 22°C. За результатами експериментальних випробувань для кожного зразка визначали межу текучості – параметр $\sigma_{0.2}$.

Концентраційний розподіл елементів на окремих ділянках корозійних вражень стінок труб вивчали за допомогою вторинної іонної мас-спектрометрії (установка «LAS-2000» з приладом MS-156).

Мікротвердість визначали відповідно ДСТУ ISO 6570-1:2007 з використанням алмазної піраміди разом з металографічним мікроскопом. Зразки для вимірювань твердості готували подібним чином, як макрошліфи.

На основі механічних, металографічних і рентгеноспектральних досліджень встановлена причина аварійних руйнувань опорних мостових конструкцій та трубопроводів гідротехнічних споруд, яка відображається в тому, що корозійні враження металу мостових балок супроводжуються його активним наводненням і окрихненням, внаслідок чого знижуються пластичні властивості і стійкість матеріалу проти корозійно-механічного руйнування металоконструкцій, особливо після 30-40 років експлуатації.

Опалення, вентиляція та кондиціонування. Інженерія. Технології

*Геннадій Жук, доктор технічних наук
Інститут газу НАН України*

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОТРЕБ УКРАЇНИ АЛЬТЕРНАТИВНИМ ГАЗОВИМ ПАЛИВОМ, З ВРАХУВАННЯМ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ЕКОЛОГІЇ ТА ЗМІН КЛІМАТУ

Залучення до енергетичного балансу України альтернативних газових палив вбачається надзвичайно актуальним в найближчі роки, особливо, зважаючи на проблеми з забезпеченням традиційними паливами, в зв'язку з агресією російської федерації проти України. Серед альтернативних газових палив найбільш перспективними є: біогаз (біометан), звалищний, генераторний газ у будь-якому стані, біоводень. Сумарний потенціал цих газів, за умов впровадження запропонованих технологій, вже найближчими роками допоможе замінити не менше 4-5 млн. т умовного палива.

За даними НКРЕКП, на сьогоднішній день підприємства, які виробляють електроенергію з біогазу, поділяються на підприємства з переробки відходів сільського господарства (встановлена електрична потужність 71 МВт) та звалищного газу (встановлена електрична потужність 32 МВт). Хоча рівень використання встановлених потужностей становить близько 50%, позитивним фактором є незалежність даного виду генерації від добових коливань природних чинників.

Інститут газу НАН України має найбільші напрацювання з технології видобування, переробки, підготовки та енергетичного використання саме **звалищного газу**. Впровадження розроблених технологій на крупних полігонах ТПВ України дозволить щороку стабільно заміщати **0.5 млрд. куб. м** природного газу. За розробками Інституту газу НАН України впроваджено 7 проектів видобування та утилізації **звалищного газу**. На полігонах тердих побутових відходів видобуто більше 50 млн. куб.м метану (заміщення природного газу), вироблено та поставлено в мережу на безперервній основі більше 150 млн. кВт-год електроенергії, скорочення викидів парникових газів склало більше 500 тис. тон в еквіваленті вуглекислоти

На виконання Національного плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року розроблено обладнання та технологія заміщення природного газу у обертових печах підготовленою **біомасою** – подрібненими лузгою соняшнику та відходами деревообробки. Сумарне заміщення природного газу за час експлуатації впроваджених проектів перевищує 250 млн м³, скорочення викидів парникових газів перевищує 484 тис.т.

Здійснено переобладнання пальникових пристроїв існуючих парових котлоагрегатів для можливості спалювання **біогазу**, або біогазу та природного газу. На Бортницькій станції аерації м.Київ переобладнано котел ДКВР-6,5-13 на спалювання виключно біогазу. Річний обсяг заміни природного газу становить 1,5-2 млн.м³. На Лужанському експериментальному спиртозаводі м.Лужани переобладнано два котли ДЕ-16-14 на сумісне спалювання біогазу та природного газу.

Створено енергоефективну технологію виробництва **біометану** з біогазу з використанням амінового абсорбційного процесу. Застосування модифікованого абсорбенту знижує енергетичні витрати в 2 ÷ 3 рази в порівнянні з використанням традиційної технології. Створено **першу в Україні** дослідну установку з розділення біогазу, проведено її випробовування та оптимізація режиму роботи, вилучено цільові фракції метану та діоксиду вуглецю, досягнуто концентрації метану 95% (об) та діоксиду вуглецю 99% (об).

У відповідності до прийнятої Євросоюзом 11 грудні 2019 р. масштабної стратегії екологічного розвитку European Green Deal (Європейський зелений курс) та з урахуванням ролі, яка надається Україні, як провідного європейського виробника «зеленого водню», започатковано науковий напрямок та проведені дослідження з безпечного використання сумішей природного газу з **воднем**. Доведена можливість безпечного використання сумішей природного газу з воднем у газових печах та опалювальних котлах з концентрацією водню до 50%. Створений в Інституті газу Центр водневих технологій проводить дослідження перспективних технологій, шляхів та засобів реалізації Європейських «Зелених ініціатив» з вигодою для Української економіки та суспільства.

Андрій Гавриш, кандидат технічних наук

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

ПРО СУЧАСНІ ПОВЕРХНІ ТЕПЛООБМІНУ І УМОВНИЙ ЦИКЛ КОНДЕНСАЦІЇ

Існуючі сучасні та майбутні покриття конденсаційних поверхонь повинні бути стабільними, мати широкий спектр можливостей та дозволяти керувати процесом. Специфічна комбінована поверхня дозволяє комплексно та ефективно використовувати дію сил поверхневого натягу. Це знаходить свій прояв в умовному циклі конденсації.

Відкриття Вільгельма Бартлотта (1975 р.) щодо специфічної поверхні листа Лотоса у вигляді мікроскопічних горбків, що несуть на собі волосинки, дозволяє

отримати ефект супергідрофобної поверхні спільно з ефектом самоочищення і можливістю відскоку крапель.

Останнім часом досягнуті успіхи в отриманні супергідрофобних покриттів поверхонь не тільки для міді, сплавів, що містять мідь, але і для алюмінію, алюмінієвих сплавів і сталі. Однак стійкість покриття, у тому числі і при дії теплового випромінювання, може вплинути на кут змочування, значно варіюючи його в процесі експлуатації поверхні. При цьому не виключається можливість переходу від супергідрофобних властивостей поверхні до просто гідрофобних властивостей, потім гідрофільних, аж до супергідрофільних і навпаки. Усе це позначається на механізмі процесу конденсації, знаходячи своє прояв у умовному циклі конденсації.

Ірина Клімова, кандидат технічних наук

В'ячеслав Мойсеєнко, кандидат технічних наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

АНАЛІЗ ВІДПОВІДНОСТІ ВІКОН НОВІТНІМ ВИМОГАМ З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

Зменшення споживання енергії у будівлях є нагальним завданням, що з'явилося в наслідок енергетичної та екологічної кризи (глобальне потепління). Екологічні кризові явища розгортаються буквально у нас на очах, внаслідок чого і світова спільнота, і українське суспільство приймають рішення що до зменшення споживання паливних ресурсів. В Україні на даний час діють закони “Про енергетичну ефективність” та “Про енергетичну ефективність будівель”. Перший з них спрямований на посилення енергетичної безпеки, скорочення енергетичної бідності, сталий економічний розвиток, збереження первинних енергетичних ресурсів та скорочення викидів парникових газів. Другий ставить метою підвищення рівня енергетичної ефективності будівель. Вимоги до підвищення теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій до рівня не нижче мінімальних визначаються ДБН “Теплова ізоляція будівель”, який постійно оновлюється. В 2022 була оприлюднена остання редакція цього ДБН.

У випадку світлопрозорих огорожувальних конструкцій резерви підвищення опору теплопередачі обмежуються як фізично, так і технологічно і за вартістю. Нові значення опору для вікон $R_{qmin}=0.9$ та $R_{qmin}=0.7$ м²·°C/Вт – відповідно для першої та другої температурної зони України. Авторами проведено експрес-аналіз вікон, що пропонуються на українському будівельному ринку з метою з'ясування реального стану справ і визначенню можливих проблем в зв'язку з новими вимогами до опору теплопередачі вікон.

Для аналізу автори підготували репрезентативну вибірку з 82-х конструкцій вікон, яка включає чотири серії вікон за конструкцією профільних систем, сімнадцять конструкцій склопакетів, два різновиди рамки (алюмінієва та утеплена), чотири товщини склопакетів (24, 32, 40, 44 мм), одно- та двокамерні склопакети, с заповненням аргоном та без заповнення, з використанням енергозберігаючого скла та звичайного.

З'ясувалось, що тільки 36 варіантів конструкцій вікон відповідають вимогам до опору теплопередачі ($R_{qmin} \geq 0.7 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$) для другої температурної зони України. Кількість варіантів конструкцій вікон, які відповідають мінімальним вимогам ($R_{qmin} \geq 0.9 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$) для першої температурної зони України склала усього 14 конструкцій. Авторами проведено аналіз конструкцій вікон, які є на сьогодні, технологічно досяжними для виробника. З'ясувалось, що новітні вимоги до опору теплопередачі вікон досягаються у більшості випадків використанням аргону для заповнення склопакетів та м'якого енергозберігаючого скла. Виконання умови $R_{qmin} \geq 0.9 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ для першої температурної зони України знаходиться (на сьогодні) на верхній межі технічних та технологічних можливостей виробників вікон (відповідно найвища вартість). Технічні рішення конструкцій вікон, що забезпечують вимоги ДБН В.2.6-31:2021 "Теплова ізоляція та енергоефективність будівель", потребують доступних засобів інструментального контролю опору теплопередачі вікон, як при завершенні будівництва, так і під час експлуатації будівель.

Василь Арсірій, доктор технічних наук

Петро Рябоконт

Олександр Крошка

Одеська державна академія будівництва та архітектури

Олег Кравченко, доктор філософії

Національний університет "Одеська морська академія"

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ЕКОНОМІЧНОСТІ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЗА РАХУНОК ВДОСКОНАЛЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Централізовані системи електро та теплопостачання України працювали до 2022 року цілком надійно. Обидві системи є традиційною генерацією енергії, оскільки джерелом їхньої роботи є спалювання органічних видів палива: газ; вугілля та ін. Після несподіваних пошкоджень систем енергозабезпечення актуальним питанням для України стає перехід на альтернативні джерела енергії, не тільки для декарбонізації, але також для забезпечення децентралізованого забезпечення різних видів енергії. У багатьох країнах розробляються програми переходу на альтернативну енергетику, причому часто йдеться тільки про відновлювані джерела: вода; сонце; вітер. Альтернативна енергетика може бути другою – паралельною системою генерації енергії. Третьою складовою електро та тепло генерації необхідно вважати теплові насоси, електродні котли та інші нетрадиційні джерела, які дозволяють говорити про суттєве підвищення ефективності енергетичних систем.

Для всіх перерахованих енергетичних систем як якість роботи використовується показник ефективності. У ДИРЕКТИВІ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ПАРЛАМЕНТУ І РАДИ 2012/27/ЄС термін «енергоефективність» означає співвідношення між вихідною кількістю отриманих результатів діяльності (продуктивності), послуг, товарів або енергії та вхідною спожитою енергією.

Для обладнання систем, де відбувається трансформація різних видів енергії, це коефіцієнт корисної дії $\eta < 1$, а для теплових насосів показник COP , який може бути більшим за одиницю. Розрахунок показника ефективності η або COP виконуватиметься завдяки уніфікації вимірювання різних видів енергії: електрики; гідро, аеро, теплової енергії. Для уніфікованого представлення енергії використовується розрахунковий параметр потужність N як добуток двох компонентів $N = \Pi \cdot D$, де Π – потенціал та D динаміка. Об'єднуючим фактором представлення та зіставлення різних видів енергії є універсальна одиниця виміру потужності – Ватт.

Потрібно відзначити, що завдяки використанню показників ефективності окреме обладнання має досить високі показники та постійно покращується. Однак слід зазначити, що факт низьких значень ефективності важко співвідносяться з додатковими коефіцієнтами опорів процесів R . Опір також розраховується як співвідношення двох зазначених компонентів динаміки D і потенціалу Π тільки вже в рамках одного виду енергії (теплової, гідравлічної, електрики та ін.). Відношення динаміки D до потенціалу Π також може бути відносною формою. Для цього динаміка та потенціал мають бути уніфіковані за одиницями виміру (як у рівнянні Бернуллі). Необхідно для такого показника виділити окрему назву – наприклад, *динамізм системи* $\mu = D / \Pi = 1 / (R + 1)$, який показує яка частина потенціалу переходить у динамічну складову енергії.

За результатами роботи зроблено наступний висновок: для аналізу економічності енергетичних систем у цілому доцільно аналізувати не тільки ефективність перетворення різних видів енергії, а також динамізм системі у цілому як співвідношення роботи (динаміки) до початкового потенціалу.

Любов Макаренко, аспірантка

Олександр Приймак, доктор технічних наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

КРАТНІСТЬ ПОВІТРООБМІНУ ЯК ЗАСІБ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИМОГ ДО ЧИСТОТИ ПОВІТРЯ НА ОСНОВІ ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ ФІЛЬТРІВ

Анотація. В умовах постійного підвищення забруднення повітря постає питання створення безпечних повітряних зон з контролем якості повітряного середовища в місцях перебування людей. Погіршення якості атмосферного повітря спричинене військовими діями та їх наслідками, а також необхідність скорочення споживання наявних енергоресурсів вимагає вивчення рекомендацій щодо оптимальної кратності повітрообміну наявних європейських та американських вимог до якості повітря в житлових та офісних будівлях для досягнення необхідної якості повітря при мінімальному енергоспоживанні. Цілями дослідження було отримати дані щодо ефективності очищення повітря в заданому об'ємі при різних кратностях повітрообміну. Окремим завданням була перевірка заявлених виробником даних щодо перепаду тисків на фільтрі при збільшенні об'єму повітря, що через нього проходить. Було розглянуто фільтраційні системи CleanZone5300, з фільтром класу F9 та фільтром класу HEPA H12/13, які можуть

забезпечити кратність повітрообміну від 2 до 10 крат. В об'ємі приміщення 225,9м³, при температурі 18С, відносній вологості 57-59% та початковій кількості частинок в повітрі приміщення 533440 частинок/фут³ (15105 частинок/м³) досліджувалась здатність фільтраційних установок очищувати повітря при різних кратностях. Було зроблено висновок, що навіть при кратності 2 фільтраційна система може забезпечити очищення повітря до 40% при використанні фільтру F9 та до 60% при використанні фільтру HEPA H12/13 за незначний проміжок часу. Висновки дослідження потребують перевірки в офісних приміщеннях з існуючою системою вентиляції для визначення оптимальної кратності досягнення заданої якості повітря при використанні фільтрів або переносних фільтрувальних установок.

Анна Москвітінна, кандидат технічних наук

Марія Шишина

Микола Корчмінський, аспірант

Київський національний університет будівництва і архітектури

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ЗІ ЗМІННОЮ ВИТРАТОЮ ПОВІТРЯ ДЛЯ АДМІНІСТРАТИВНИХ БУДІВЕЛЬ

Споживання енергії в будівлях має значний вплив на глобальний попит на енергію та навколишнє середовище. Серед усіх систем інженерного забезпечення системи опалення, вентиляції та кондиціонування (HVAC) є найбільш енерговитратними з точки зору їх загальної потреби в енергії. Через збільшення вимог до теплової енергії, комфорту і змін клімату за останні кілька років різко зріс попит на встановлення систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Постійно зростаючий акцент на використанні енергії та палива викликає питання, яка система HVAC має кращі екологічні та економічні показники. Вибір найбільш відповідної та економічної системи кондиціонування серед доступних альтернатив - одна з важливих проблем, з якою зазвичай стикаються інженери. Система кондиціонування, яка має менші експлуатаційні витрати, зазвичай вимагає більших початкових інвестицій. У цьому випадку фахівці-інженери повинні вирішити, чи доцільно вкладати більші кошти на устаткування системи, яка буде мати нижчі експлуатаційні витрати. Процеси обробки повітря (охолодження, осушення, нагрівання) є найбільш енергоємними в цих системах. У центральних системах кондиціонування є два варіанти систем розподілу повітря: система з постійною (CAV) та змінною (VAV) витратою. Енергозбереження - одна з основних причин того, що системи зі змінною витратою повітря користуються великою популярністю для адміністративних та громадських будівель за кордоном. За допомогою цих систем об'єм повітря, що транспортується, зменшується як тільки експлуатаційне навантаження стає меншим за максимальне запроектоване навантаження. Метою цього дослідження є порівняння CAV та VAV систем з урахуванням інвестиційних та експлуатаційних витрат. Використання сучасних систем дозволяє розширити можливості в управлінні мікрокліматом будівель і оцінювати ефективність роботи систем за статистичними показниками. На основі проведених розрахунків можна чітко зрозуміти, що зменшення капітальних та

експлуатаційних витрат та спрощення пуско-налагоджувальних робіт сприяє розширенню гнучкості інженерних рішень. Швидка реакція на зміну параметрів мікроклімату дозволяє підвищити комфорт споживачів і оптимізувати систему для забезпечення необхідних показників. VAV системи є досить поширеними за кордоном, але через недостатню представленість обладнання для систем зі змінною витратою на ринку України та малого досвіду фахівців у їх проектуванні та експлуатації, частка використання VAV систем в Україні є досить низькою. Крім цього малий об'єм інформаційної бази, щодо проектування та застосування систем зі змінною витратою ніяк не додають популярності даним системам. Хоча ця система є вигідною протягом усього життєвого циклу, але не така економічно приваблива з точки зору початкових інвестицій. Однак також потрібно зважати на навколишнє середовище. При використанні систем зі змінною витратою повітря можна досягти зниження споживання електроенергії від 25 до 60%. Витрата енергії на транспортування повітря вентиляторами скорочується від 32 до 68%. Економія палива на генерацію енергії для потреб систем кондиціонування в грошовому еквіваленті в середньому зростає на 48%. Кількість викидів скорочується в такому ж відсотковому відношенні як і витрата палива. Затрати коштів на енергоресурси скорочуються на 60% за найбільшої оптимізації системи. Тобто, регулюючи потік повітря VAV регуляторами, ми економимо енергію, яку потрібно виробляти, і зменшуємо викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, разом з тим борючись зі змінами клімату. Тому для держави було б доцільно сприяти субсидюванню екологічно чистих систем.

Віктор Петренко, кандидат технічних наук

HERZ Україна

Анатолій Петренко, кандидат технічних наук

Ірина Голякова, кандидат технічних наук

Вікторія Петренко, студентка

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ТЕМПЕРАТУРИ ВНУТРІШНЬОГО ПОВІТРЯ ВІД ЗМІНИ РОБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ

При проведенні аналізу було виявлено, що параметри мікроклімату в приміщенні залежать від багатьох факторів серед яких приділяється не дуже багато уваги впливу змін експлуатаційних характеристик системи водяного опалення на температуру внутрішнього повітря. Виконаний аналіз літературних джерел дав змогу сформулювати проблему, а також виділити ряд задач. В результаті отримали залежність, яка дозволяє прогнозувати встановлення температури внутрішнього повітря в приміщенні, яке опалюється внаслідок зміни експлуатаційних характеристик систем водяного опалення.

Теоретично визначено прогнозовану температуру внутрішнього повітря на основі базових рівнянь гідравліки та теплообміну при змінних експлуатаційних характеристик мережі системи водяного опалення.

Отримані результати розрахунків прогнозування встановлення

температури внутрішнього повітря в приміщенні показують, що внаслідок зміни експлуатаційних характеристик систем водяного опалення (зміни витрат теплоносія, гідравлічних характеристик трубопроводів) змінюються параметри внутрішнього мікроклімату. Такий підхід дозволить приймати рішення з підвищення надійності систем водяного опалення процесу забезпечення параметрів мікроклімату в приміщенні.

Отримані результати розрахунків прогнозування встановлення температури внутрішнього повітря в приміщенні свідчать про неможливість уніфікації графічних залежностей для визначення зміни температури внутрішнього повітря за рахунок зміни експлуатаційних характеристик системи водяного опалення.

Отримані результати дозволяють на стадії проектування та в процесі експлуатації систем водяного опалення прогнозувати зміни температури внутрішнього повітря для прийняття мір з її стабілізації.

Юрій Франчук, кандидат технічних наук

Вікторія Коновалюк, кандидат технічних наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ

Для забезпечення функціонування економіки та комфортних умов життєдіяльності населення, газорозподільні системи повинні забезпечувати надійну і безперебійну подачу газу і в умовах воєнного стану. В результаті обстрілів відбувається руйнування ділянок газопроводів, що призводить не тільки до припинення газопостачання, але й до загрози утворення вибуху чи пожежі.

Діюче законодавство регламентує проведення газонебезпечних робіт на газопроводах лише в мирний час. Чинні нормативи вимагають проводити газонебезпечні роботи лише у світлий час доби. Але існуючі реалії вимагають змін в часових обмеженнях, так як відновлення газопостачання потребує більш оперативного реагування.

Також при виконанні ремонтних робіт в таких випадках можна використовувати не тільки зварювання. Дозволяється на пошкоджену ділянку газопроводу для тимчасового припинення витоку газу накладати муфту або хомут. Це забезпечить оперативне усунення витоку. Проте потрібно забезпечити щоденний огляд з'єднання. Пошкоджені ділянки сталевих газопроводів і каверни глибиною понад 30% від товщини труби необхідно ремонтувати шляхом вирізання дефектних ділянок і вварюванням катушок довжиною не менше ніж 200 мм.

Ремонт механічних пошкоджень та відновлення зварних з'єднань поліетиленових газопроводів проводиться шляхом вирізання дефектних ділянок і вварюванням поліетиленових катушок довжиною не менше 500 мм. З'єднання виконується за допомогою терморезисторного зварювання. В випадку виявлення нещільностей в переході поліетилен-сталь його вирізають і заміняють новим.

Доцільно при пошкодженні сталевих газопроводів замінити уражену ділянку поліетиленовим відрізком, використовуючи переходи «поліетилен-сталь». На всіх

сталевих ділянках газорозподільної системи повинен бути відновлений активний антикорозійний захист.

При вибухах поблизу газопроводів утворюється динамічні коливання, подібні до робіт по забиванню палів при будівництві. В такому випадку Правила безпеки систем газопостачання вимагають здійснювати перевірку міцності стиків по всій довжині впливу плюс 20 м.

Часто пошкодження газопроводу від вибуху призводить до його зміщення по вертикалі й горизонталі. Тому виникає необхідність перевіряти фізичним методом контролю найближчі від місця пошкодження зварні стики. При виявленні дефекту у стиках необхідно обов'язково перевіряти і наступний стик газопроводу.

Крім наскрізних пошкоджень існує вірогідність пошкоджень тільки ізоляційного покриття. Так як фізично оглянути підземний газопровід неможливо, необхідно використовувати приладний метод виявлення таких пошкоджень. Не усунуте вчасно пошкодження ізоляції призведе до інтенсивної корозії сталевих газопроводу, і в подальшому, до витoku газу. Тому потрібно провести позачергове приладове обстеження, на підставі якого визначаються ділянки, які потребують додаткової ізоляції.

Повинна здійснюватися перевірка і додаткова герметизація інженерних вводів і випусків підземних комунікацій. В будівлях повинен здійснюватися контроль мікроконцентрацій чадного газу та контроль довибухових концентрацій метану.

Стабільність газопостачання в умовах непередбачуваних дій ворога часто залежить від оперативності та кваліфікації працівників, що обслуговують газові мережі. Проблема потребує детального вивчення та розробки рекомендацій по проведенню відновлювальних робіт на пошкоджених газопроводах.

Василь Желих, доктор технічних наук

Юрій Фурдас, кандидат технічних наук

Володимир Шепітчак, кандидат технічних наук

Богдан Пізнак, кандидат технічних наук

Національний університет «Львівська політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОПОВІТРЯНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СТІНИ ТРОМБЕ ДЛЯ МОДУЛЬНОМУ БУДИНКУ

Останнім часом особливої популярності набирають гібридні системи використання сонячної енергії, зокрема, такі що імплементовані у будівельні конструкції або зовнішні захищення. Це дає можливість використовувати сонячні колектори не тільки для приготування гарячої води, але для вентиляції та опалення приміщень будівлі. До таких можна віднести системи із пасивним використанням сонячної енергії, а саме Стіну Тромбе.

Дослідження теплоповітряних характеристик Стіни Тромбе виконувались в два етапи. На першому етапі було проведено аналітичні оцінку теплоповітряних характеристик конструкції зовнішнього захищення модульного будинку із імплементованою в нього Стіною Тромбе. При цьому особлива увага зверталась

на те, що при сонячному опроміненні зовнішнього захищення відбувається нагрівання її поверхні. Температура зовнішньої поверхні сягає 70 °С, при цьому температура повітря в приміщенні модульного будинку 20 °С. Таким чином в Стіні Тромбе виникає явище вільної конвекції. Другим етапом були експериментальні дослідження, що проводились у лабораторних умовах, було визначення теплової потужності Стіни Тромбе за змінної товщини повітряного прошарку та площі вентиляційних отворів.

Експериментальні дослідження проводились з метою аналізу процесів формування параметрів теплового режиму Стіни Тромбе; визначення необхідних значень чинників впливу, зокрема температури доквілля, рухомості повітря та інтенсивності сонячного випромінювання;

За результатами роботи зроблено наступні висновки: 1. Запропонована конструкція гібридного зовнішнього захищення модульного будинку із імplementованою в нього Стіною Тромбе підтвердила свою ефективність та можливість виконувати функції додаткового тепловентиляційного пристрою для систем забезпечення необхідних параметрів в приміщеннях модуля.

2. Представлено фізичну модель явища вільної конвекції, яке виникає в Стіни Тромбе в результаті нагрівання її сонячною радіацією дала можливість скласти теплоповітряний баланс та аналітично визначити об'ємні витрати повітря, які дозволяють організувати повітрообмін в приміщеннях кратністю в межах 1...1,5 h⁻¹, а також визначено теплову потужність конструкції, яка зноходиться в межах 250 W/m².

3. Експериментально досліджено теплові характеристики запропонованої конструкції зовнішнього захищення для модульного будинку і встановлено, що для даних геометричних розмірів, зокрема, об'єму 14 m³ кількість теплоти утилізованого Стіною Тромбе знаходиться в межах 0,2...0,7 kW.

4. Співставлення отриманих аналітичним та експериментальним шляхом графічних залежностей підтвердило їх збіжність, що підтверджує адекватність проведеного експерименту.

Анатолій Макаров, кандидат технічних наук

Андрій Ходос

Михайло Кирієнко

ПрАТ «Калинівський машинобудівний завод»,

Михайло Сенчук, кандидат технічних наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ВАКУУМ-ВИПАРНІ УСТАНОВКИ ДЛЯ КОНЦЕНТРУВАННЯ В МОЛОЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Випарні установки застосовуються для згущення незбираного і знежиреного молока в молочно-консервних виробництвах, молочної сироватки, соків та інших рідин. Випаровування для концентрування може бути основним процесом чи попередньою операцією переробки в установці розпилювального сушіння в потоці гарячого повітря, нагрітого у висотемпературному повітронагрівачі. Але для будь-якого виробництва випаровування є завжди енерговитратним процесом. Тому

важливим завданням є вибір раціонального режиму технологічного процесу у досягненні ефективної роботи випарної установки, який залежить від області застосування і первинних характеристик продукту. У світовій практиці молочної промисловості вже з 30-х років минулого століття в якості обладнання для концентрування переважної маси виробленого згущеного молока застосовували здебільшого енергоефективні і більш прийнятні в обробці термічно нестійкого молочного продукту вакуум-випарні установки. Такі апарати у порівнянні з атмосферними мають ряд переваг і у даний час ними комплектуються виключно всі новозбудовані заводи. Набувають поширення, широко застосовувані в європейських країнах, вакуум-випарні установки плівкового типу з механічною компресією вторинної пари, які порівняно з термокомпресійними є менш затратними і більш ефективними в експлуатації. В Україні і пострадянських країнах такі установки є порівняно новим обладнанням, впровадження якого на заміну існуючого менш ефективного обладнання вимагає володіння відповідними теоретичними і практичними знаннями. Так процес випарювання є нераціонально енергоємним, що викликає нагальну необхідність зниження енергетичних витрат. Одним із шляхів енергоефективної експлуатації випарної установки є зменшення використання енергії в контурі механічної компресії, яка пропорційна втратам тиску при перекачуванні теплоносія. Відсутність достовірних даних по втратам тиску в контурі гріючої пари призводить до неточності в їх розрахунку, а відповідно і некоректного підбору обладнання з раціонально потрібною електричною потужністю при проектуванні випарного апарату. У роботі розглянуто вирішення цієї проблеми шляхом оптимізації співвідношення між характеристиками теплообміну, уточненими втратами тиску і вартістю конструкції.

Для цього розроблено з використанням опублікованих результатів досліджень гідродинамічного опору удосконалені методики розрахунку гідравлічного опору міжтрубного парового тракту камери нагріву та двофазного потоку: продуктової плівки і вторинної пари у випарних кип'ятильних трубах при переміщенні вторинної пари в нижню камеру з урахуванням втрат тиску на розгін пари, що виділяється з плівки продукту. Показано, що гідравлічна депресія руху пари у міжтрубному просторі камери нагріву залежно від типу схеми може становити від 22,3% до 77% порівняно з робочим температурним напором поверхнь нагріву. Застосована в конструкції вакуумно-випарної установки чотириходова схема руху гріючої пари забезпечує зниження гідравлічних втрат до 15%. Виконано техніко-економічний аналіз затрат на експлуатацію вакуумно-випарної установки продуктивністю 10 т/год випареної пари, за яким установлено найменші приведені затрати при перепаді температур на компресорі 5°C. Запропонована нова форма робочих характеристик механічного компресора і контуру механічної компресії для визначення робочого режиму і регулювання обертів двигуна компресора.

Результати досліджень використано при розробці конструкцій і виготовленні вакуумно-випарних установок з механічною та із змішаною (механічною і термічною) компресією на ПрАТ «Калинівський машинобудівний завод» (м.Калинівка, Вінницька обл.). Виготовлено і введено в експлуатацію 10 вакуумно-випарних установок продуктивністю від 5 до 20 т/год випареної вологи.

Сергій Рибачов, кандидат технічних наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МІСЦЕВОЇ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ФАРБУВАЛЬНИХ ТА ФАРБУВАЛЬНО-СУШИЛЬНИХ КАМЕРАХ

Фарбувальним роботам приділяється значна увага в загальному комплексі технологічних процесів у всіх галузях промисловості.

Фарбування, пов'язане з виконанням трудомістких виробничих операцій за умов тривалого контакту з матеріалами, що містять шкідливі речовини чотирьох класів небезпеки, відноситься до розряду шкідливих робіт. Небезпека шкідливого впливу лакофарбових матеріалів залежить від токсикологічної характеристики та кількості речовин, що входять у фарбу, умов їх застосування, часу дії на працюючий персонал. Знання цих особливостей при нанесенні лакофарбових матеріалів особливо важливе в сучасних умовах швидкого зростання виробництва нових полімерних матеріалів та обладнання для фарбування. Від цього залежить організація і ефективність вентиляції, а відповідно здоров'я людей і безпека виробництва.

Мета даної роботи є встановлення шкідливих факторів, що впливають на параметри повітряного середовища у фарбувальних приміщеннях і камерах, пропозиції щодо розробки комплексних енергоефективних систем вентиляції в якій метеорологічні умови та течії повітряно-теплових потоків були б стійкими і відповідали нормативним параметрам, пропозиції та рішення, що можуть забезпечити захист навколишнього середовища від шкідливих речовин фарбувальних процесів.

Повітря фарбувальних цехів має велику кількість аерозолей, отруйних парів розчинників висока концентрація яких не тільки впливає на здоров'я людини, але може призвести до вибухопожежної ситуації.

Аналіз систем вентиляції фарбувально-сушильних камер при ідентичній структурі і компоновці обладнання по сумарній потужності вентиляційних пристроїв може відрізнятись до 6 раз, а по повітрообміну до 4 раз.

Далі буде розглянуто технічні рішення по проектуванні вентиляції фарбувальних відділень і цехів.

Віктор Мілейковський, доктор технічних наук

Дар'я Вакулєнко, аспірантка

Київський національний університет будівництва і архітектури

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОБМІННИХ ПРОЦЕСІВ У ТОНКИХ КАНАЛАХ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ПРОВІТРЮВАЧА

Вагома частка теплоти, що споживається житловою будівлею, припадає на вентиляцію. Використання механічної припливно-витяжної системи вентиляції з утилізацією теплоти дає можливість знизити енергетичні затрати. Однак, така система потребує значних капіталовкладень та втручання в інтер'єр приміщень, що часто не задовольняє бажання споживачів. Одним з варіантом зниження енерговитрат є застосування децентралізованих систем вентиляції з

регенеративними теплоутилізаторами - провітрювачів. Такі системи можуть індивідуально обслуговувати квартиру або окремі приміщення.

Об'єктом дослідження є регенеративний теплоутилізатор децентралізованої системи вентиляції. Теплоутилізатор провітрювача складається з керамічного тіла з тонкими каналами, що поперемінно омиваються прохолодним та теплим потоками повітря. Перемикання між режимами здійснюється кожні 60 с. Предметом дослідження є теплообмінні процеси, що відбуваються тонких трубках провітрювача, та їх характеристики.

Було створено математичну модель роботи регенератора та проведено моделювання за трьома різними підходами. Під час досліджень було виявлено значну розбіжність у результатах. Середній температурний коефіцієнт ефективності регенератора коливався в межах від 39,94 % до 194,26 %.

Для уточнення реальних показників роботи регенератора наразі виготовляється стенд, що складається з тонких трубок різних перерізів, що моделюють канали регенератора. Досліджується коефіцієнт тепловіддачі на стінках цих трубок за умов, що характерні для даного типу регенераторів.

Костянтин Предун, доктор економічних наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

АНАЛІЗ ГАЛУЗЕВИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ В ЕНЕРГЕТИЦІ УКРАЇНИ НА ГРУНТІ БІОСФЕРОСУМІСНОСТІ

Концепція сталого розвитку є однією із Глобальних цілей, затверджених на Саміті ООН зі сталого розвитку, який відбувся в рамках 70-ї сесії ООН у Нью-Йорку у 2015 р. Вона визначила стратегію доступу людства до прийнятних за ціною, надійних, сталих і сучасних, безпечних для довкілля джерел енергії. Розширення інфраструктури та технологічна модернізація систем енергопостачання задля отримання екологічно чистої енергії в усіх країнах є найважливішими завданнями, які можуть як стимулювати зростання, так і сприяти збереженню навколишнього середовища. Національна доповідь «Цілі Сталого Розвитку: Україна» надає власне бачення державою орієнтирів досягнення Цілей Сталого Розвитку (ЦСР). Після підписання Угоди про асоціацію з Європейським Союзом, приєднанням нашої держави до Договору про заснування Енергетичного Співтовариства пріоритетом державної політики стають підвищення енергоефективності та використання енергії з альтернативних джерел.

Для реалізації поставлених завдань у сфері енергозабезпечення ухвалено Енергетичну стратегію України на період до 2035 р. «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Її вимоги передбачають підготовку та формування заходів з ефективного виробництва, трансформації, транспортування, переробки та споживання енергії, створення конкурентних та прозорих ринків електричної та теплової енергії, природного газу тощо.

Після набуття незалежності та переходу економіки України на ринкові рейки невідповідність цін і тарифів на енергоносії та житлово-комунальні послуги поставили галузь на грань банкрутства. Не отримавши від реалізації наданих послуг необхідних коштів для закупівлі палива, традиційна енергетика не має

можливості виробляти необхідні кількості тепла та електроенергії для усіх споживачів. Як наслідок, вводиться нормування та обмеження на тепло- та електроспоживання, що не відповідає ринковим засадам. Окрім того, соціальна спрямованість державної політики сприяє наростанню кризових явищ в енергетичній сфері. Водночас збільшується забруднення атмосферного повітря викидами продуктів згоряння традиційних палив. Воєнна агресія росії лише поглибила ці негативні тенденції.

Відновлювальна енергетика, яка дозволяє вирішити проблему «теплого» забруднення атмосфери та є пріоритетом «біосферосумісності», за рахунок впровадження організаційних заходів в Європі стала конкурентною по відношенню до традиційних джерел. В Україні ВДЕ є одним із факторів, що несуть загрозу в кінцевому випадку національній безпеці держави. Обов'язкові виплати власникам альтернативних джерел енергії стали співрозмірними з державним субсидюванням оплати за надані комунальні послуги неплатоспроможним громадянам. Чинна нормативно-правова база потребує регулювання в частині: а) зменшення закупівельної ціни електроенергії, отриманої з альтернативних джерел, у зв'язку з появою нових технологій з часу прийняття відповідних нормативно-правових і законодавчих актів; б) запровадження аукціонів для закупівлі електроенергії, виробленої СЕС і ВЕС, на противагу існуючій 100-% гарантії придбання незалежно від часу та обсягів; в) обов'язкової наявності високо маневрених компенсуючих потужностей на випадок відсутності необхідних умов (інсоляції, вітру тощо) для гарантованого електропостачання, особливо у пікові періоди.

Наразі сумарна потужність ВДЕ в Україні є більшою за половину від загальної встановленої потужності українських АЕС – 13,8 ГВт. Окрім того, сьогодні частка «зелених» електростанцій у виробництві енергії в Україні складає 8 %, водночас на розрахунки з ними витрачають 26 % всіх коштів енергоринку. В теплий період року вже стало звичним, що сумарна потужність вугільних ТЕС в Україні перевищує працюючу потужність атомних електростанцій, так як для балансування ринку енергоблоку АЕС виводять в резерв. Світовий тренд розвитку альтернативної енергетики полягає у заміщенні нею не атомних, а теплових електростанцій, особливо кам'яновугільних. Загалом у порівнянні з тепловими атомні електростанції – більш екологічні.

Володимир Вахула

Київський національний університет будівництва і архітектури

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ПОВІТРЯНИХ ПОТОКІВ ПРИ ВИТІСНЯЮЧІЙ ВЕНТИЛЯЦІЇ В МУЗЕЙНИХ ПРИМІЩЕННЯХ

Створення необхідних параметрів мікроклімату в будівлях культової архітектури – завдання досить складне. В таких будівлях практично унеможлиблюється прокладання різних інженерних комунікацій, повітроводів, встановлення припливних і витяжних решіток в необхідних місцях, знаходження або будівництво приміщення для розміщення обладнання тощо.

Вентиляцію та кондиціонування повітря в приміщеннях музеїв, архівів і бібліотек можна віднести до технологічного кондиціонування. Підтримання параметрів повітря в першу чергу необхідне для збереження творів мистецтва, що мають історичну цінність. Створення комфортних умов для людей - відвідувачів і працівників музеїв – є другорядним завданням. Розглянуто декілька категорій приміщень музею: службові, виставкові та експозиційні зали.

Проведено натурні дослідження стану повітряного середовища в приміщеннях музею. Значення параметрів оцінюють стан повітря в цілому в об'ємі робочої зони або зони приміщення, що обслуговується. У різних місцях повітряного простору параметри повітря зазвичай неоднакові, тобто існують градієнти, що характеризують розподіл значень параметрів по об'єму. Нормативами допускаються перепади температури повітря не більше 1 К/м по вертикалі і не більше 2 К/м по горизонталі від зовнішньої стіни до внутрішньої. Градієнт значень внутрішньої вологості внутрішнього повітря не нормується.

Для вимірювання швидкості руху, температури повітря та відносної вологості використовувався комбінованим приладом Testo 435-1 (діапазон вимірювання швидкості від 0 до 60 м/с, температури 73,15...+1643,15 К та відносної вологості ϕ від 0 до 100%) в штативі та показами параметрів на дисплеї приладу. При цьому похибка вимірювання швидкості руху повітря становила $\pm 0,03$ м/с, температури $\pm 0,5$ К та відносної вологості ± 2 % вимірюваної величини.

За результатами натурних досліджень запропоновано витісняючу систему кондиціонування повітря з використанням особливості в архітектури будівлі для забезпечення нормативних параметрів внутрішнього середовища. За допомогою комп'ютерного моделювання на основі програми стандартної К- ϵ моделі турбулентності оцінено параметри внутрішнього середовища після реконструкції систем забезпечення мікроклімату приміщення.

Юрій Євдокименко, кандидат технічних наук

ТОВ «Бест клімат технології»

Олександр Задоянний, кандидат технічних наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

ЧАСОВИЙ МОНІТОРИНГ ФУНКЦІЇ ГЕНЕРАЦІЇ ЕНТРОПІЇ ПОТОКУ ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО ПОВІТРЯ ПО ПОКАЗНИКУ ЕКСЕРГЕТИЧНОЇ ТЕМПЕРАТУРНОЇ ФУНКЦІЇ ПРИ ТЕХНОЛОГІЧНОМУ КОНДИЦІОНУВАННІ ПОВІТРЯ В ТЕПЛИЙ ПЕРІОД РОКУ

При проведенні ексергетичного аналізу систем кондиціонування повітря (СКП) для порівняння різних схем СКП між собою необхідно визначати показники енергоощадності як СКП в цілому так і функціональних елементів системи. Кондиціоноване приміщення – як функціональний елемент СКП, потребує визначення показників енергоощадності повітрообміну. Для промислового кондиціонування характерні значні споживання енергії в процесі асиміляції тепло, волого виділень, розбавлення шкідливостей до ГКД, а також забезпечення нормованої кратності повітрообміну в приміщенні. Повітрообмін в приміщенні характеризує показник трансформації ексергетичного потоку кондиціонованого

повітря, який розраховується як різниця значень повної ексергії припливного та викидного повітря.

Для поглибленого ексергетичного аналізу СКП враховують окремо складові повної ексергії кондиціонованого повітря: термічну, механічну та хімічну концентраційну. При цьому термічна складова характеризується порівняно високим ексергетичним потенціалом і її трансформація, в процесах нагрівання, охолодження, осушення повітря, потребує значних витрат енергії.

Для визначення швидкості генерації ентропії кондиціонованого повітря в приміщенні доцільно фіксувати з певним проміжком в часі значення температур припливного та викидного потоків повітря. Зважаючи на те, що повітрообмін в приміщенні при технологічному кондиціонуванні повітря є сталою величиною швидкість генерації ентропії можна виразити *ексергетичною термічною функцією* із співвідношення значень двох температур повітря – зовнішнього та внутрішнього

Значення термічної ексергетичної функції в кондиціонованому приміщенні коливаються в межах внутрішньої температури T_a^{int} від припливної T_a^{in} до викидної T_a^{out} та плинного значення температури зовнішнього повітря. Відповідно до динаміки зміни внутрішньої і зовнішньої температури повітря в часі буде змінюватись і ексергетична термічна функція від $\tau_{e,a}^{in}$ до $\tau_{e,a}^{out}$. Динаміка зміни ексергетичної термічної функції $\tau_{e,a}$ в часі надає можливості проводити повноцінний ексергетичний аналіз з оцінкою внутрішніх втрат ексергії повітря від незворотності вентиляційних процесів.

ами було проведено обробку даних трендів температур зовнішнього, припливного та викидного повітря впродовж теплого періоду року для СКП фармацевтичної промисловості в Харкові. Розраховані значення термічної ексергетичної функції в кондиціонованому приміщенні. Отримані результати були співставленні із значеннями зміни зовнішньої температури. Було проведено поглиблений ексергетичний аналіз СКП та визначено швидкості деструкції ексергії термічної складової кондиціонованого повітря.

Максим Микитенко

ТОВ "ІТЦ ІВІК"

Олександр Любарець, кандидат технічних наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

АНАЛІЗ СКЛАДОВИХ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА СТАН ЗНЕПИЛЕННЯ АСПІРАЦІЙНИХ ВИКИДІВ

Приведені кількісно-якісні характеристики аспіраційних викидів сумішопідготовчих та ливарних цехів чавуноливарних заводів. Викладені натурні обстеження, які показують, що пил є найбільш масовим після окису вуглецю забруднювачем повітря.

Оснащення пиловловлюючим обладнанням чавуноливарних заводів в Україні. Аналіз конструктивних рішень найбільш популярних мокрих пиловловлювачів, їх конструкції, принцип роботи та ефективність роботи.

Аналіз процесів осадження аерозолів на краплях розпиленої рідини. Інерційне осадження порошин на краплях зрошувальної рідини. Принцип осадження пилових частинок розпиленою водою. Приведення ефективності захоплення крапельок та частинок на перешкодах. Приведено розрахункові дані ефективності захоплення крапельок при різних діаметрах крапель. Аналіз зростання ефективності захоплення при введенні під тиском крапель води в потік газів.

Вплив тепло- та масообміну на ефективність уловлювання пилу краплями розпиленої рідини. Розрахунки процесів тепломасообміну між краплею, що рухається, і повітрям навколишнього середовища. Розгляд процесу випаровування краплі в обмеженому середовищі та визначення швидкості цього процесу. Наведені аналітичні дані по часу повного випаровування крапель залежно від діаметру краплі та відносній вологості повітря.

Аналіз способів диспергування рідини в пиловловлювачах. Огляд чинних способів розпилення рідин та даних про конструкції різних типів розпилювальних пристроїв. Порівняння способів розпилення рідин за питомою витратою енергії. Наведено емпіричні дослідження для оцінки середнього діаметра крапель при диспергуванні відцентровими дисковими розпилювачами. Проаналізовані та показані порівняльні значення об'ємно-поверхневого діаметра краплі однорідної рідини при різних умовах експерименту в залежності від розміру краплі розрахованою за різними залежностями.

Виконані висновки по конструктивним рішенням пиловловлювачів в залежності від їх класифікації за способом уловлення пилу. Стислий аналіз теоретичних та експериментальних досліджень осадження аерозолів. Зроблені висновки по осадженню аерозолів краплями розпиленої рідини.

Олександр Задоянний, кандидат технічних наук

Андрій Верхогляд, аспірант

Київський національний університет будівництва і архітектури

ЧАСОВИЙ МОНІТОРИНГ ФУНКЦІЇ ГЕНЕРАЦІЇ ЕНТРОПІЇ ПОТОКУ ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО ПОВІТРЯ ПО ПОКАЗНИКУ ЕКСЕРГЕТИЧНОЇ ТЕМПЕРАТУРНОЇ ФУНКЦІЇ ПРИ КОМФОРТНОМУ КОНДИЦІОНУВАННІ В ХОЛОДНИЙ ПЕРІОД РОКУ

Ексергетичний аналіз систем кондиціонування повітря (СКП) передбачає визначення показників енергоощадності всіх функціональних елементів системи, серед яких особливу увагу слід приділяти кондиціонованому приміщенню. Енергоспоживання при повітрообміні в ньому однозначно характеризує показник трансформації ексергетичного потоку вентиляційного повітря, який визначається різницею значень повної ексергії припливного й викидного повітря.

При поглибленому ексергетичному аналізі, де враховують окремо складові повної ексергії кондиціонованого повітря, а саме – термічну, механічну та хімічну концентраційну, особливу увагу слід приділяти термічній, яка домінує за

ексергетичним потенціалом над рештою і при її трансформації, яка відбувається завдяки нагріванню й охолодженню повітря, потребує значних витрат енергії.

При часовому моніторингу роботи СКП зручно фіксувати значення температури припливного та викидного потоків повітря в кондиціонованому приміщенні і по їх трендах визначати показник швидкості генерації ентропії вентиляційного повітря

$$(E_{a,h}^{int})' = G_a^r c_{p,a,m} \left(1 - \frac{T_a^{ext}}{T_a^{int}}\right), \text{кДж/сК}$$

Цей показник характеризує інтенсивність повітрообмінних процесів в кондиціонованому приміщенні. При постійному значенні повітрообміну $G_a^r = const$ множник в дужках, який є *ексергетичною термічною функцією*, - величина змінна в часі і залежить від співвідношення значень двох температур повітря – зовнішнього та внутрішнього

$$\tau_{e,a} = 1 - \frac{T_a^{ext}}{T_a^{int}}$$

Значення термічної ексергетичної функції в кондиціонованому приміщенні змінюється в межах внутрішньої температури T_a^{int} від припливної T_a^{in} до викидної T_a^{out} та плинного значення температури зовнішнього повітря. Відповідно до динаміки зміни внутрішньої і зовнішньої температури повітря в часі буде змінюватись і ексергетична термічна функція від $\tau_{e,a}^{in}$ до $\tau_{e,a}^{out}$. Динаміка зміни ексергетичної термічної функції $\tau_{e,a}$ в часі надає можливості проводити повноцінний ексергетичний аналіз з оцінкою внутрішніх втрат ексергії повітря від незворотності вентиляційних процесів.

Було проведено моніторинг значень температур припливного та викидного повітря в різні проміжки часу в холодний період року для СКП комерційного приміщення в Києві. Їх значення співставлено із значеннями зовнішньої температури, підраховано значення ексергетичної термічної функції, проведено ексергетичний аналіз із визначенням швидкості деструкції ексергії термічної складової вентиляційного повітря.

Використання теплової енергії. Нетрадиційні джерела енергії

Олександр Приймак, доктор технічних наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

ДЕКАРБОНІЗАЦІЯ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ

Середньорічна концентрація вуглекислого газу (CO₂) продовжує стабільно зростати. Науковці пов'язують цей факт в абсолютній більшості із спалюванням твердих видів палив. Біля 73% викидів парникових газів спричиняє робота електроенергетики, виробництва теплоти і експлуатація транспорту, з яких близько 40% припадає на виробництво теплової енергії для систем тепlopостачання. Вуглекислий газ утворюється в результаті спалювання викопних видів палива, зокрема, вугілля та навіть невелика його кількість може бути токсичною та викликати біохімічні зміни в життєдіяльності живих організмів.

Внаслідок чого у світі формується кліматична політика, спрямована на боротьбу зі змінами клімату та декарбонізацію економіки, яка знайшла своє відображення в “Європейській зеленій угоді” та Паризькій угоді 2015 року.

Європейський Союз поставив за мету до 2050 року зробити Європу континентом, галузі економіка якої не нищать природу і Україна планує стати невід’ємною частиною успіху. Отже декарбонізація систем централізованого теплохолодопостачання являється однією із головних проблем і завдань перспективного розвитку енергетичного забезпечення країн. Встановлено що на виробництво теплоти і холоду для систем опалення, вентиляції, гарячого водопостачання розвинені країни використовують до 50% викопного палива а його добування, спалювання і утилізація продуктів згоряння сприяють значній зміні кліматичних умов у зв’язку із глобальним потеплінням. На основі наукових методів обробки статистичних даних, їх аналізу та сучасних методів прогнозування розвитку технологій та інвестицій важливо зрозуміти і окреслити реальну дорожню карту розвитку теплової стратегії країн з метою зменшення шкідливих парникових до ста відсотків у п’ятдесятирічній перспективі у порівнянні із 2000 роком.

Енергоефективність з системної точки зору декарбонізації – логічно структурований ланцюг взаємопов’язаних технологій і методів створення вартості енергії, що важливо при оцінці енергоефективності централізованого енергопостачання. Теплоелектроцентралі у поєднанні із системами централізованого теплопостачання значно підвищують ефективність конверсії, але призведуть до втрат теплової енергії у розподілі в порівнянні із системами з індивідуальними джерелами теплоти. Незважаючи на втрати теплоти під час її транспортування і розподілу, в цілому, вся енергетична система все одно буде більш ефективною і декарбонізованою. Метою енергоефективності є зменшення кількості енергії, необхідної для задоволення (корисних) потреб енергетичної системи. Це означає, що ефективність розглядається як у зменшенні потреби в корисній енергії (наприклад, за рахунок вищої теплоенергетичної ефективності будівель або оптимізації систем керування), мінімізації втрат енергії при транспортуванні та розподілі, скороченні та відновленні втраченої енергії. Під час аналізу правильно визначених систем, важче визначати кінцеву енергоефективність великих взаємопов’язаних технологічних системах.

Олександр Шаповал, аспірант

Наталія Чепурна, кандидат технічних наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

АНАЛІЗ РОБОТИ ПОВІТРЯНИХ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В МЕДИЧНІЙ УСТАНОВІ М. КИЄВА

Використання повітряних теплових насосів є одним із основних напрямків використання альтернативних джерел енергії у великих містах. При роботі повітряних теплових насосів в якості нижнього джерела енергії використовується атмосферне повітря. Використання такої системи є економічно доцільним, адже таке джерело енергії є безкоштовним та відновлюваним. Основним недоліком

такої системи є зменшення теплопродуктивності при зниженні температури навколишнього середовища.

Аналіз ефективності роботи системи виконувався на діючому об'єкті «Клініка Добробут» в м. Києві. Система ефективно може працювати в режимі нагріву при зовнішній температурі до -25°C . На основі отриманих результатів складено графік залежності коефіцієнта ефективності роботи теплового насоса від температури зовнішнього середовища. Також проаналізовано роботу модуля гарячого водопостачання LG Hydro Kit.

За результатами роботи зроблено наступні висновки: 1. Ефективність теплових насосів значно залежить від температури зовнішнього середовища та температури води яку необхідно отримати 2. Завдяки високому коефіцієнту перетворення тепла (COP) можна досягти максимальної економічності в порівнянні з традиційними системами опалення та значно зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

Юрій Елькін, кандидат технічних наук

Олександр Воїнов, доктор технічних наук

Одеська державна академія будівництва та архітектури

ПРО ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

У сучасному світі енергетика є галуззю виробництва, що істотно впливає на розвиток всіх інших його галузей. В усіх промислово розвинених країнах темпи розвитку енергетики випереджають темпи розвитку інших галузей виробництва.

У теперішній час забезпечення енергетичної безпеки держави є умовою нормального функціонування всіх сфер її економіки. Енергетичну безпеку розглядають як надійне паливо- та енергозабезпечення країни за доступної ціни енергії.

Ідеально енергетично безпечних країн у світі не існує.

Однією з умов забезпечення енергетичної безпеки держави є проведення аналізу актуальних проблем енергетики та виявлення доступних шляхів їх вирішення за нинішніх умов.

Останнім часом численні окремі проблеми енергетики, характерні для більшості країн, експерти групують у три основні проблеми.

Першою та головною проблемою енергетики є нестача невідновлюваних основних джерел енергії, викликаний їх вичерпністю, а також їх нерівномірним розподілом по планеті внаслідок безперервного зростання та нерівномірності споживання енергії у світі.

По-друге, сучасна енергетика завдає серйозних екологічних збитків навколишньому природному середовищу: забруднення атмосфери, гідросфери, літосфери, створення електромагнітного поля навколо ліній електропередач, зміна клімату, накопичення ядерних відходів, скорочення довкілля та популяції тварин та інше. Все це загрожує глобальною екологічною катастрофою при неконтрольованому зростанні енергоспоживання.

Перші дві проблеми – нестача енергоресурсів та ускладнення енергетикою екологічної обстановки – зумовлюють третю проблему енергетики: виникнення

геополітичних загроз та соціальних конфліктів. Наслідком цієї проблеми можуть стати переділ територій, викликаний нестачею джерел енергії; соціальні ускладнення та міграція населення, зумовлені зміною клімату; переростання соціальної напруженості у соціальний вибух за погіршення умов життя та ін.

Більшість фахівців вважають, що проблеми енергетики можна вирішити насамперед шляхом збереження енергоресурсів (економного їх витрачання при збереженні корисного ефекту від використання за рахунок застосування енергозберігаючих технологій) та підвищення енергоефективності (показника раціонального використання енергоресурсів), з підвищенням екологічної чистоти енергетичних технологій.

Цій же меті підпорядковане поступове заміщення традиційного палива (газ, вугілля, нафта, уран) нетрадиційними відновлюваними джерелами енергії (геотермальна, сонячна, вітряна енергія, енергія морів, океанів, річок, енергія спалювання відходів, біомаси) – перехід до екологічно чистої «зеленої» енергетики.

Сюди ж можуть бути залучені допоміжні паливні ресурси (горючий сланець, попутний нафтовий газ, метан вугільних пластів та ін.).

Енергозбереження та підвищення енергоефективності слід реалізовувати одночасно з енергозаміщенням, з поступовим збільшенням частки останнього, оскільки енергозбереження та енергоефективність мають межі зростання.

Викликає інтерес відкриття нових родовищ традиційних джерел енергії, а також відкриття та освоєння нових технологій отримання електрики та теплоти, розвиток яких, поряд з найбільш ефективними існуючими, здатний забезпечити стійкий, безпечний та ефективний розвиток світової енергетики у довгостроковій перспективі.

Юрій Човнюк, кандидат технічних наук

Національний авіаційний університет

Анна Москвітінна, кандидат технічних наук

Ірина Пефтєва

Київський національний університет будівництва і архітектури

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ СПІВВІДНОШЕНЬ РОЗМІРІВ ҐРУНТОВИХ АКУМУЛЯТОРІВ ТЕПЛОТИ, ОБМЕЖЕНИХ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИМИ ШАРАМИ.

Акумулятори великої теплової ємності організуються у природному ґрунтовому масиві впорядкованого сукупністю (“кущем”) вертикальних/горизонтальних теплообмінників, розміщених або у бурових свердловинах, або всередині циліндричних порожнин бетонного масиву у трубах. У результаті акумулювання створюється основна область накопиченої теплоти, яка обмежена зовнішнім контуром “куща”, певного об’єму й з певною температурою, а також буферна підобласть деякого об’єму, яка дотикається до основної і є результатом теплової взаємодії об’єму основної області з оточуючим ґрунтовим масивом, який має постійну температуру. Найменші розміри буферної підобласті будуть у випадку рівномірного розподілу температури по основному

об'єму. Розміри буферної підобласті можна зменшувати, якщо створити верхній теплоізоляційний щит. При цьому габарити конструкції повинні бути оптимальними, тобто відповідати певному критерію, за якого відношення об'єму буферної підобласті до об'єму всього акумулятора теплоти є мінімальним. Розміри теплоізоляційного щита суттєво перевищують розміри основної області в плані. Витрати на спорудження щита (наприклад, з пінобетону) товщиною $\delta \sim 0,1 \dots 0,3$ м набагато менші за вартість додаткових бурових робіт на покриття тепловтрат в навколишнє середовище. Відомо, що теплові втрати через щит протягом року не перевищують 1%. Питання про оптимальну форму "куща" можна наближено розв'язати з позиції мінімізації поверхні бічної, що обмежує основну область акумулявання, оскільки саме через цю поверхню "дрейфує" область у оточуючий ґрунтовий масив. Таким чином, оптимальна форма квадратного у плані "куща" відповідає (у випадку наявності щита) прямокутному паралелепіпеду з висотою, що дорівнює половині сторони квадрата. Останній результат приваблює тим, що глибина залягання ґрунтового акумулятора обмежена санітарними міркуваннями по відношенню до водонасичених горизонтів, котрі експлуатуються. Наприклад, у м. Києві для створення ґрунтового акумулятора на глибині більше за 50 м необхідний спеціальний дозвіл. Тому акумулятор з теплоізоляційним щитом у таких випадках є просто незамінним. Встановлені співвідношення та зв'язок між числом ґрунтових теплообмінників та їх розмірами, котрі забезпечують мінімальні витрати як енергії, так і грошей на створення акумулятора з теплоізоляційним щитом.

Борис БАСОК, доктор технічних наук

Олександр НЕДБАЙЛО, доктор технічних наук

Ігор БОЖКО, кандидат технічних наук

Інститут технічної теплофізики НАН України

Володимир МАРТЕНЮК, аспірант

Національний університет харчових технологій

ОСОБЛИВОСТІ АНАЛІТИЧНОГО РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ЧЕРЕЗ БАГАТОШАРОВУ ОГОРОДЖУВАЛЬНУ КОНСТРУКЦІЮ В НЕСТАЦІОНАРНОМУ РЕЖИМІ

Запропонована методика розрахунку теплотехнічних параметрів огороджувальної конструкції, що передбачає стаціонарний лінійний розподіл температури в кожному з шарів стіни, так як вважається, що приміщення опалюється регулярно, а температури холодного періоду року досить стабільні. В реальних умовах температура опалювальних приладів часто змінюється через різного роду об'єктивні та суб'єктивні фактори: аварійні ситуації, планові та позапланові зниження і підвищення температури теплоносія і т.і., а температура зовнішнього повітря майже ніколи не залишається постійною навіть протягом доби, таким чином, нестационарний теплообмін присутній практично завжди. Постійна зміна граничних умов обумовлює перманентний процес перерозподілу значень температури в товщі огороджувальної конструкції. Розрізняють два варіанти умов нагрівання або охолодження: зміна температури і зміна теплового

потіку на поверхні конструкції. В реальних умовах теплопередачі через захисну конструкцію, змінюється температура поверхні, а тепловий потік, що надходить на поверхню стіни, змінюється в разі ступеневої зміни тепловіддачі нагрівальних приладів системи опалення.

Науковий інтерес представляє спільне завдання розрахунку параметрів нестационарного теплообміну через багат шарову огорожувальну конструкцію, а також створення його математичної моделі, що дозволила б відзначити особливості ряду питань проектування таких конструкцій, таких як відповідність до регламентованої методики реальних умов експлуатації; зміну значень температури в конструкції при різних режимах експлуатації; розподіл температурного поля в складному конструктивному виконанні огорожувальної конструкції.

Борис Басок, чл.-кор. НАН України

Інститут технічної теплофізики НАН України

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Борис Давиденко, доктор технічних наук

Інститут технічної теплофізики НАН України

Оксана Лисенко, кандидат технічних наук

Інститут технічної теплофізики НАН України

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Світлана Гончарук, кандидат технічних наук

Сергій Андрейчук

Інститут технічної теплофізики НАН України

ЕФЕКТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ТЕПЛОСПОЖИВАННЯМ БУДІВЛІ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ТЕПЛОВИХ ПУНКТИВ

Сьогодні все гостріше постають питання ефективного використання енергоресурсів в існуючому житловому фонді та громадських будівлях. Як відомо, втрати теплової енергії в житловому фонді становлять до 30-45%. Тому заходи стосовно економії споживання теплоти у кінцевого споживача, тобто в будівлі, є найбільш ефективними. Одним з технічних рішень даної проблеми є впровадження автоматизованих індивідуальних теплових пунктів (ІТП) в будівлях, особливо старої забудови, в яких застосовуються нерегульовані теплові пункти елеваторного типу.

З метою встановлення найефективнішого алгоритму управління теплоспоживанням будівлі за допомогою автоматики у складі ІТП було проведено моделювання теплового стану приміщення. Для чисельного дослідження повітряно-температурного режиму приміщення при переривчастому режимі його опалення застосовується модель з зосередженими параметрами. Модель передбачає наявність певної кількості характерних розрахункових елементів в приміщенні, значення температури яких визначають температурний стан

приміщення в цілому. Розрахунки теплового стану приміщення при переривчастому режимі його опалення проводились для модельного приміщення довжиною 6 м, шириною 3 м і висотою 3 м. Такі приміщення є найбільш типовими для адміністративних корпусів Інституту технічної теплофізики (ІТТФ) НАН України. В якості опалювального пристрою використовується двопанельний конвектор висотою 0,5 м, шириною 1 м, встановлений під вікном на відстані 0,05 м від зовнішньої стіни. Вікно, площа якого – 3,72 м², має власний термічний опір $R_{\text{вікн.}} = 0,16 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. Термічний опір зовнішньої стіни складає $R_{\text{ст}} = 2,32 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. Теплота в приміщення надходить як від двопанельного конвектора, так і від оргтехніки та людини, які працюють 8 годин на добу (робочий час) і мають сумарну потужність $Q_v = 200 \text{ Вт}$.

Експериментальні дослідження проводились на прикладі адміністративних корпусів №1 та №2 ІТТФ НАН України. В кожній будівлі розташований тепловий пункт елеваторного типу, що призводить до неефективного і значного споживання теплової енергії, оскільки в ньому відсутні погодозалежні регулювальні пристрої. Тому було розроблено та паралельно до існуючого теплового пункту впроваджено експериментальний ІТП з гідравлічною стрілкою за залежною гідравлічною схемою приєднання до тепломережі (корпус №1), а також ІТП з електричними котлами за незалежною схемою приєднання (корпус №2), який дозволяє не тільки ефективно регулювати теплоспоживання будівлі, а й незалежно від теплових розподільних мереж генерувати теплоту. Експериментальні дослідження проводились при різних режимах роботи ІТП та при різних алгоритмах регулювання: за температурою зовнішнього повітря, за температурою повітря в контрольній кімнаті, за добово-тижневим графіком регулювання. Порівняння розрахункових результатів з експериментальними даними показало, що розбіжність в максимальному відхиленні становить 6...7% і знаходиться в межах допустимого.

Як впливає з результатів розрахунку та експериментальних досліджень, переривчастий режим опалення робочого приміщення, який передбачає зменшення температури опалювального приладу після закінчення робочого часу і її збільшення перед його початком для забезпечення нормативних температурних умов в робочий час, дозволяє зменшити добове споживання теплової енергії.

Сергій Апостолака

Микола Соколенко

Державне агентство водних ресурсів

БАЛАНСУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ СПОЖИВАЧАМИ ІЗ КЕРОВАНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ – ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ У ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ ОРГАНІЗАЦІЯХ ДЕРЖВОДАГЕНТСТВА

Баланс між споживанням і генерацією в енергетичній системі України досягається за рахунок зміни навантаження ГЕС і ТЕС, але навантаження ТЕС змінюється в обмеженому діапазоні, що зазвичай не перевищує 30% від встановленої потужності енергоблоку. Але залишається близько 1,5 ГВт неврегульованої різниці між піковим і нічним споживанням. Проблему доводиться

вирішувати за рахунок зупинок на ніч з подальшим пуском вранці пиловугільних блоків ТЕС. У деякі періоди кількість таких операцій доходять до 15 пусків / зупинок на добу. Ще близько 3 ГВт регульовального діапазону дають ГЕС і ГАЕС при достатності води і наявності гідроагрегатів в роботі.

Серед основних завдань компанії НЕК «Укренерго» – забезпечувати баланс виробництва і споживання електроенергії. Одним з механізмів балансування є Ринок допоміжних послуг (РДП). Єдиним покупцем та споживачем допоміжних послуг є оператор системи передачі.

Сьогодні до ринку допоміжних послуг приєдналися лише електростанції. Але цей перелік можна розширити: серед потенційних учасників – системи накопичення енергії, великі споживачі з керованим навантаженням та агрегатори малих споживачів.

Споживачі керуючи циклами свого виробництва, якщо є така технологічна можливість, можуть отримувати додатковий прибуток від участі в ринку допоміжних послуг. Або зменшувати загальні витрати на електроенергію завдяки тому, що в певні години будуть змінювати своє навантаження за командою.

Споживач має пройти кваліфікаційні випробування й набути статусу постачальника допоміжних послуг.

В Україні мінімальний обсяг, який може бути сертифікований «Укренерго» для цього ринку – 1 МВт. Має бути впроваджена система АСКОЕ.

При впровадженні проекту по залученню потужностей водогосподарських організацій ДАВР фахівці підприємств стикнулися з питаннями оформлення договірних стосунків з «Укренерго».

Діяльність споживача по наданню постачальника допоміжних послуг не ліцензується.

У випадку приєднання електроустановки до мереж оператора системи розподілу споживач має укласти договір з «Укренерго», в іншому випадку набуття статусу учасника ринку не є можливим, крім цього мають бути укладені договори про надання послуг з передачі та про надання послуг з диспетчерського управління.

На ринку можна брати участь самостійно, а можна передати фінансову відповідальність іншому учаснику ринку, шляхом входу в балансуєчу групу. Учасники ринку, що об'єдналися у балансуєчу групу (далі – БГ) делегують свою відповідальність «стороні відповідальній за баланс» - що представляє собою одного з учасників БГ, який власне представляє інтереси всіх членів перед НЕК «Укренерго». Балансування (відповідальність за небаланс) відбувається в рамках балансуєчої групи.

Остаточне впровадження балансування с залученням потужностей водогосподарських організацій Держводагентства може скоротити видатки на електричну енергію на 10 – 15 %.

Цей досвід може бути використаний великими промисловими підприємствами, підприємствами переробної галузі, технологічний процес яких не пов'язано з безперервними процесами.

Ще один варіант – агрегатори малих споживачів. Вони беруть на себе комунікацію з диспетчерським центром та використовують можливості великої кількості невеликих споживачів для надання допоміжних послуг.

Євген Кулінко

Володимир Скочко, доктор технічних наук

Олександр Погосов, кандидат технічних наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

УПРАВЛІННЯ ФІЗИЧНИМИ І ГЕОМЕТРИЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ЗОВНІШНІХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ОСНОВІ ДИСКРЕТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛООБМІНУ БУДІВЕЛЬ

Однією із головних задач проектування теплової оболонки будівлі є забезпечення належних параметрів мікроклімату приміщень при умові забезпечення мінімальних вимог до енергоефективності по споживанню енергії. Зазвичай, основний акцент робиться на огороджувальних конструкціях, а саме на забезпеченні такого значення їх мінімально допустимого приведенного опору теплопередачі, при якому виконуються вимоги щодо дотримання нормативного рівня питомої енергопотребности. Класичні підходи переважно не враховують системні процеси теплообміну між внутрішніми приміщеннями із урахуванням різного рівня теплонадходжень у різних частинах будівлі, а також ігнорують зовнішні джерела енергії, беручи до уваги переважно сумарні внутрішні обсяги надходження теплової енергії та аналізуючи тепловтрати окремих приміщень. В результаті окремі приміщення можуть недоопалюватися, а окремі приміщення – навпаки перегріватися.

Для вирішення даної проблеми пропонується застосовувати засоби системного чисельного моделювання процесів теплового обміну будівлі, що базуються на математичному інструментарії дискретної прикладної геометрії. В результаті моделювання одержуються параметри стаціонарного температурного режиму будівлі, шляхом визначення температур у характерних точках кожного приміщення будівлі, як у повітряному просторі цих приміщень так і на поверхнях їх стін, підлог та стель, з обов'язковим врахуванням теплофізичних характеристик огороджувальних конструкцій, внутрішніх стінових конструкцій, перекриттів та покриттів, а також особливостей роботи систем опалення, вентиляції, кондиціонування та охолодження повітря в теплий і холодний періоди року.

Відповідний підхід базується на методі теплоелектричної аналогії та передбачає інтерпретування досліджуваної будівлі деякою дискретною моделлю сітчастої структури у формі непланарного графу. Вершини одержаної моделі представляють собою обрані точки у повітрі та на поверхнях площинних конструкцій будівлі, що розділяють її простір на окремі приміщення. Ланками моделі, які сполучають вершини, інтерпретуються опори теплопередачі відповідними вершинами (або вузлами). Процес моделювання із застосуванням цього математичного інструменту представляє собою складання рівнянь теплового балансу для кожної з вище зазначених вершин інтерпретаційного графа

з подальшим розв'язанням одержаної системи рівнянь відносно значень температур у них.

Застосування зазначеного підходу дозволяє вирішувати як пряму задачу визначення температурних показників у приміщеннях на основі заданих параметрів роботи системи тепlopостачання й основних параметрів та характеристик систем формування мікроклімату приміщень при заданих геометричних і фізичних параметрах конструкцій будівлі, так і зворотну задачу, яка полягає у визначенні необхідних теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій та/або геометричної форми приміщень і будівлі в цілому, для забезпечення необхідного чи заданого режиму енергогенерації, що буде ключовим для визначення принципів об'ємно-планувальних рішень.

Даний підхід забезпечує гнучкість вирішення поставлених задач стосовно моделювання процесів теплового обміну, а також дозволяє отримувати енергоефективні проектні рішення огорожувальних конструкцій й визначати оптимальні початкові умови, що включають конфігурації та параметри внутрішніх інженерних систем будівлі й джерел її енергозабезпечення.

Наталія Сорокова, доктор технічних наук

НТТУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Юлія Кольчик, кандидат технічних наук,

Київський національний університет будівництва і архітектури

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ СУШІННЯ ДЕРЕВНОЇ БІОМАСИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПАЛИВНИХ ПЕЛЕТ

На думку експертів реальною перспективою для України є заміна традиційних палив на 30% біопаливом для тепlopозабезпечення житлових будівель за умови залучення сучасних ефективних технологій його виробництва і використання.

Відповідальним етапом при виготовленні твердого біопалива з біомаси є сушіння. Якісні паливні брикети отримують з сировини вологістю 8-12%. Сушіння подрібненої біомаси здійснюється переважно в барабанних або стрічкових сушарках. Режим сушіння обґрунтовується від низькотемпературних 60 – 100 °С, перевагами яких є рівномірність сушіння і низький рівень викидів але значна тривалість процесу, до високотемпературних 300 – 500 °С в потоці горючих газів, які проходять значно інтенсивніше, але можуть супроводжуватись термічним розкладанням матеріалу. Початок термодеструкції супроводжується розкладанням геміцелюлози і для всіх видів біомаси характеризується різким зростанням енергії активації A (наприклад для верби на 25%, для сосни на 90%). При контакті з високотемпературним теплоносієм температура на зовнішніх поверхнях частинок досягає температури термодеструкції значно швидше, ніж у внутрішніх точках. Це призводить до ускладнення виходу зв'язаної води із внутрішніх шарів. Для дослідження впливу зазначеного явища на динаміку сушіння біомаси було удосконалено метод чисельної реалізації математичної моделі тепломасопереносу при сушінні біомаси: при досягненні в локальних точках

частинки температури розкладання геміцелюлози (для енергетичної верби 183°C), змінювалося значення енергії активації фізико-хімічно зв'язаної води, що входить у формули для коефіцієнту дифузії та інтенсивності випаровування, на ефективне значення A початку термодеструкції. Результати розрахунку сушіння в потоці горючих газів з температурою 450°C циліндричних частинок енергетичної верби розмірами $d/h = 4,2/10$ мм та $d/h = 5,6/10$ мм показали, що врахування впливу термодеструкції збільшує тривалість сушіння в середньому на 70%, порівняно з результатами розрахунку при осередненій енергії активації. Крім того, температура частинок швидко зростає вище 270 °C – температури розкладання целюлози і лігніну, і як наслідок – втрата горючої складової біопалива.

Основний шлях інтенсифікації процесу сушіння – підвищення температури теплоносія. При сушінні біомаси може бути досягнуто зворотній ефект, пов'язаний з досягненням нею температури термічного розкладання. Метод математичного моделювання динаміки тепломасопереносу, фазових перетворень і деформування при сушінні частинок біомаси з урахуванням даних про температуру і ефективну енергію активації початку термодеструкції для даного виду біомаси дозволяють інтенсифікувати процес сушіння та покращити якість біопалива.

Борис Басок, чл.-кор. НАН України

Інститут технічної теплофізики НАН України

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Борис Давиденко, доктор технічних наук

Лілія Кужель, кандидат технічних наук

Володимир Новіков, кандидат технічних наук

Інститут технічної теплофізики, НАН України

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ЧЕРЕЗ ВІКОННІ СКЛОПАКЕТИ З НИЗЬКОЕМІСІЙНИМ ПОКРИТТЯМ, ЩО ВСТАНОВЛЕНІ В «РОЗУМНОМУ» БУДИНКУ ПАСИВНОГО ТИПУ

На території Інституту технічної теплофізики Національної академії наук України розташований експериментальний «розумний» будинок пасивного типу. Характерна особливість цього будинку полягає в тому, що його стіни побудовані з різних будівельних матеріалів. В ньому застосовуються різні технології утеплення, встановлено різні типи енергоефективних віконних конструкцій, використано комбіновану теплонасосну систему теплотаблиці. Будинок повністю обладнаний системами моніторингу, які в безперервному режимі фіксують показники температури, вологості, теплового потоку та інших параметрів на всіх поверхнях будинку, задля тестування, апробації та дослідження будівельних матеріалів.

В якості віконних конструкцій було обрано двокамерні склопакети з двома низькоемісійними покриттями та з п'ятикамерним профілем рами. Такий вибір був зроблений після проведеного аналізу попередньо отриманих експериментальних даних по різних типах склопакетів із різними заповненнями міжскляного прошарку

та з різною дистанційною рамкою. Склопакети такого типу мають найвище значення термічного опору та є економічно вигідним варіантом.

Для проведення досліджень теплопередачі на поверхнях склопакетів, встановлених в експериментальному «розумному» будинку пасивного типу, розроблено та встановлено вимірювальний комплекс, за допомогою якого в режимі реального часу визначалися густини теплових потоків та температурні показники.

Для з'ясування впливу низькоемісійного покриття на опір теплопередачі через склопакет, виконувалось чисельне моделювання перенесення теплоти за умови відсутності низькоемісійного покриття на склі, для випадку нанесеного одного низькоемісійного покриття на внутрішньому склі та для випадку двох низькоемісійних покриттів: одне - на внутрішньому склі, а друге – на зовнішньому. Чисельне моделювання виконувалось шляхом скінчено-різницевого розв'язання системи рівнянь нерозривності, кількості руху та енергії для газового середовища всередині камер склопакета та рівняння теплопровідності для скла. Запропонована теплофізична модель дає змогу визначити закономірності радіаційно-конвекційних складових теплового потоку, а також швидкість в газових прошарках камери склопакету. Завдяки нанесенню низькоемісійних покриттів на поверхні склопакету зменшується радіаційна складова теплоперенесення. Внаслідок цього збільшується значення опору теплопередачі.

Провівши серію експериментальних і теоретичних досліджень, можемо зробити висновок, що віконні склопакети з двома низькоемісійними покриттями, нанесеними на склопакети, мають теплотехнічні характеристики, які задовольняють вимоги будівельних норм України та можуть бути використані в будинках пасивного типу.

Павло Гламаздін

Наталія Швачко, кандидат технічних наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В УМОВАХ ЗНИЖЕННЯ ТЕПЛООВОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Останні роки спостерігається постійне суттєве зниження теплового навантаження в системах централізованого тепlopостачання України, обумовлене різними причинами. Серед них найвагомішими були відключення від мереж централізованого тепlopостачання промислових підприємств, яке масово мале місце в дев'яностих та на початку двохтисячних років. Наразі вагомий внесок в падіння навантаження в системах вносить відключення медичних закладів та подекуди навчальних закладів, а також масова відмова населення від послуги централізованого гарячого водopостачання.

Останнім часом до цих причин додається термомодернізація будівель і споруд в містах, яка трохи повільно і хаотично, але невпинно просувається. На відміну від названих вище причин падіння теплового навантаження на системи централізованого тепlopостачання кількісну оцінку впливу термомодернізації

будівель і споруд на зниження теплового навантаження надати за статистичними даними вкрай важко. Мабуть через це оцінка такого впливу досі не проводилась, а ні сучасного стану термомодернізації ні в плані перспектив її поглиблення.

Автори провели спеціальне дослідження для кількісної оцінки результатів часткової термомодернізації будівель і споруд, що має місце в дійсний час та впливу цих процесів на параметри роботи систем централізованого теплопостачання. Виявлений вплив зниження навантаження на роботу опалювальних котелень та гідравлічні режими теплових мереж. В роботі показано, що падіння навантаження негативно відбивається на роботі водогрійних котлів і знижує їх експлуатаційну надійність. В якості унеможливлення негативних наслідків впливу зниження навантаження авторами пропонується декілька заходів, наприклад виведення з експлуатації котелень малої потужності і переключення їх навантаження на інші котельні, що дасть можливість оптимізувати режими роботи більш крупних джерел теплоти. При цьому виникають проблеми розбалансування гідравлічних режимів самих теплових мереж, яке посилюється переходом на понижений температурний графік через зношеність трубопроводів, яка фактично не дає змоги експлуатувати їх при розрахункових проектних графіках 150-70°C або 130-70°C. В роботі наведені наслідки переходу на знижені температурні графіки 115-70°C або навіть 80-60°C в гідравлічних режимах теплових мереж. Показано, що в разі використання труб із поліетилену при низьких температурних графіках можна вийти на оптимальні гідравлічні режими в теплових мережах.

Рудольф Шварценбергер

BBS GmbH, ФРН

Павло Гламаздін

Київський національний університет будівництва і архітектури

НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ КОНСТРУКЦІЙ ВОДОГРІЙНИХ ЖАРОТРУБНО-ДИМОГАРНИХ КОТЛІВ ДЛЯ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Першими промисловими котлами були жаротрубні парові котли. Потреби транспорту (пароплави та локомотиви залізниці), що інтенсивно розвивався в дев'ятнадцятому сторіччі привели до появи жаротрубно-димогарних котлів. Але надалі потреби енергетики котли цієї конструкції в генеруванні перегрітої пари високих параметрів у великій кількості для реалізації паросилового термодинамічного циклу задовольнити не змогли. Цю функцію почали виконувати водотрубні котли. Жаротрубно-димогарні котли знайшли свою нішу для генерування пари низьких параметрів в промисловості та нагріву води в системах опалення. В дійсний час відновилась зацікавленість до жаротрубних-димогарних котлів в плані їх використання в системах централізованого теплопостачання для заміни відпрацювавших термін експлуатації водотрубних водогрійних котлів опалювальних котельнь. Цьому процесу сприяє відносна низька вартість цих котлів та можливість їх транспортування на об'єкт у повній заводській готовності. Однак швидко з'ясувалося, що ці котли мають і деякі вади, що обмежують їх

застосування в системах централізованого тепlopостачання. Це обумовлюється як умовами їх експлуатації так і особливостями їх конструкцій. З'ясувалося, що при використанні в централізованих системах тепlopостачання в умовах України вони не витримують впливу на їх надійність теплофікаційної води низької якості. При цьому виходить з ладу жарова труба. При виконанні жорсткої технічної дисципліни під час підготовки мережної води цю ваду можна і треба подолати. Але є і чисто конструктивні вади, які також виявилися при спробах використовувати подібні котли в умовах України. Наявність в цих котлах поворотної камери між жаровою трубою і димогарними трубами, розміщення жарової труби та димогарних труб в одному водяному об'ємі призводить до появи потужних температурних напружень металу поверхонь нагріву. Ці температурні напруження утрудняють їх роботу при високих температурних графіках. При зростанні потужності їх розміри стають такими, що перевищують розміри водотрубних котлів однакової потужності і з'являються проблеми з їх транспортуванням до об'єкту. При використанні в умовах широких діапазонів теплового навантаження виявилася загроза швидкої корозії димогарних труб третього ходу внаслідок появи в них конденсату при роботі в режимах низьких теплових навантажень, а ремонтоздатність жаротрубно-димогарних котлів утруднена. Для подолання цих вад виробники котлів використовують деякі способи. Так, для уникнення конденсаційних режимів в димогарних трубах частину низькотемпературних поверхонь виносять з об'єму котла на зовні, що дає змогу шляхом часткової рециркуляції димових газів уникнути конденсаційних режимів. Поворотну камеру деякі виробники виносять з об'єму котла і виконують її водоохолодженою, тим самим пом'якшують температурні напруження в основних поверхнях нагріву котла. В результаті сумісних досліджень кафедри теплотехніки та котлобудівної фірми Bay Boiler Systems для подальшої інтенсифікації теплообміну в жаротрубно-димогарних котлах розроблена конструкція виносної поворотної камери з додатковими поверхнями нагріву в середині її об'єму, що дає можливість зменшити габаритні розміри котла з одночасним зростанням його потужності.

Кирило Баранчук

Danfoss-Україна

Павло Гламаздин

Київський національний університет будівництва і архітектури

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ АБОНЕНТСЬКИХ ВВОДІВ

Системи централізованого тепlopостачання включають в себе три основні елементи – джерело теплоти, теплові мережі та абонентські вводи споживачів, в яких параметри теплоти, що її виробляє джерело, трансформуються до параметрів, які прийнятні для споживачів. Склад та функції абонентських вводів змінювалися, розвивалися разом з розвитком самих систем централізованого тепlopостачання. Вони пройшли шлях від найпростіших функцій підключення та відключення до трубопроводів теплової мережі за допомогою запірної апаратури до сучасних модульних конструкцій, цілком автоматизованих. Рівень сучасної

автоматизації абонентських вводів передбачає стабілізацію тисків теплоносія на вході в абонентський ввід (інша назва індивідуальний тепловий пункт – ІТП), регулювання теплових котлів згідно вимог внутрішніх інженерних систем за графіком добового споживання теплоти та згідно погодних змін. Такий індивідуальний тепловий пункт сьогодні є досить складним об'єктом, що забезпечує вимоги до постачання теплотою декількох внутрішніх інженерних систем з різними параметрами теплопостачання (системи гарячого водопостачання, радіаторне опалення, підлогове опалення вентиляція паркінгів тощо). Також в ньому може бути реалізована функція підготовки води для підживлення внутрішніх систем при незалежному підключенні абонента до теплової мережі.

Однак розвиток систем централізованого теплопостачання продовжується. Перспективними напрямками цього розвитку можна вважати перехід на низькотемпературні графіки задля використання нетрадиційних та поновлюваних джерел теплоти та об'єднання з системами електропостачання в єдину систему теплопостачання міста. При цьому централізоване теплопостачання необхідно поєднувати з централізованим холодопостачанням.

Такі суттєві зміни в функціонуванні всієї системи неминуче призведуть до змін функцій і відповідно структур абонентського вводу, як невід'ємного елемента всієї системи.

Вимога до все більшого використання поновлюваних джерел призводить до необхідності улаштування акумуляторів теплоти для компенсації нерівномірного отримання теплоти від таких джерел. Частково акумулювання буде необхідно організовувати в абонентському ввіді з відповідними змінами у складі індивідуального теплового пункту. Крім того, частково джерела поновлюваної теплоти можуть бути розміщені у самого абонента (теплові насоси, геліоколектори). Це теж вносить свої корективи до складу індивідуального теплового пункту. Більш того можливі такі ситуації, коли у абонента з'явиться надлишок теплоти або електроенергії і тоді в абонентському ввіді з'явиться потреба в конструктивних елементах, що дозволять реалізувати зворотній напрямок передачі енергії.

Вочевидь, що подібні значні ускладнення індивідуальних теплових пунктів потребують відповідного ускладнення систем автоматичного регулювання такої підсистеми. Більше того, можливість реалізації зворотніх потоків енергії (від абонентського вводу в загальну систему) потребує організації зворотнього зв'язку координації з загальною системою диспетчеризації роботи всієї системи. В свою чергу це викликає необхідність в розробленні спеціальних алгоритмів та програмного забезпечення.

Фундаментальні та прикладні наукові дослідження. Ефективність.
Новітнє проектування та експлуатація

Григорій Краснянський, кандидат фізико-математичних наук

Ірина Азнаурян

Олег Бесараб

Київський національний університет будівництва і архітектури

ОЦІНКА ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ЕКРАНУВАННЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ОБЛИЦЮВАЛЬНИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

У сучасних умовах значного посилення електромагнітного техногенного навантаження на здоров'я людей захист від електромагнітного випромінювання стає все більш важливим завданням.

У роботі представлені результати теоретичних досліджень захисних властивостей облицювальних будівельних матеріалів на основі діелектричної матриці з немагнітним електропровідним наповнювачем у широкому діапазоні частот падаючого електромагнітного випромінювання. Отримані вирази для залежностей величин проходження, відбиття та поглинання і розрахованої на їх основі ефективності екранування електромагнітного випромінювання матеріалом від тиску пресування і концентрації електропровідної добавки. Необхідні для розрахунків відповідні залежності діелектричної проникності та електропровідності матеріалу були запропоновані нами раніше на підставі гіпотези подібності в рамках моделі вузлів теорії протікання при врахуванні ненульової провідності діелектричної матриці. Встановлено задовільну відповідність результатів розрахунків із вимірними характеристиками екранування зразків металосилікатних матеріалів на основі гідросилікатів кальцію та мідного порошку. Загалом наведені результати показують адекватність запропонованої розрахункової методики і свідчать, що вона може бути використана для попередніх оцінок характеристик екранування при проектуванні і виготовленні електромагнітних екранів на основі облицювальних будівельних матеріалів.

Наталія Бурдейна, кандидат педагогічних наук, доцент,

Бірук Яна Ігорівна

Київський національний університет будівництва і архітектури

ВИКОРИСТАННЯ РІДКИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЕКРАНУВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ ПРОМИСЛОВОЇ ЧАСТОТИ, ДУЖЕ ВИСОКИХ ТА УЛЬТРАВИСОКИХ ЧАСТОТ

Європейська та національна нормативно-правова база у сфері безпеки гігієни праці спрямована на гармонізацію умов безпеки, гігієни праці та здоров'я людей на виробництві і в побуті, з метою забезпечення сумісності безпеки електричного та електронного обладнання. Метою дослідження є розробка принципових засад підвищення ефективності композицій на рідкій основі для екранування електромагнітних полів широкого частотного діапазону.

Впровадження ефективних захисних матеріалів для зниження впливу електромагнітних полів даних діапазонів шляхом регулювання їх властивостей є актуальною сучасною задачею.

Запропоновано сукупність прийомів для виготовлення рідких композиційних матеріалів з метою екранування електромагнітних полів промислової частоти, дуже високих та ультрависоких частот. Виконано дослідження з розроблення і впровадження захисних композиційних матеріалів для ефективного захисту від впливу електромагнітних полів широкого частотного діапазону.

В дослідженні основою для наповнювача обрано водно-дисперсійну фарбу. Наповнювачем виступає 75–80 % концентрат залізної руди з вмістом магнетиту та ливарний лускатий графіт. Досліджувалася залежність коефіцієнтів екранування електричного поля промислової частоти, магнітного поля промислової частоти та електромагнітного поля ультрависокої частоти від вагового вмісту наповнювача. Знаходження прийнятних співвідношень електрофізичних та магнітних властивостей компонентів рідинних композиційних матеріалів обумовлює необхідність попереднього розрахунку для оцінювання властивостей необхідних коефіцієнтів екранування.

Використання композиційних рідинних матеріалів дозволяє вирішувати питання забезпечення електромагнітної безпеки, електромагнітної сумісності і є раціональним з технічних та економічних міркувань. Продемонстровано переваги даних композитів через їх відносну простоту виготовлення та зручність нанесення на поверхні великих площ та складних конфігурацій.

Юрій Мєшков, кандидат технічних наук

Ольга Войтович, кандидат технічних наук

Херсонський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОРОЗІЇ НА КОНСТРУКЦІЙНІ ЕЛЕМЕНТИ АВТОМОБІЛІВ

В стислій формі розглянуті методи та засоби боротьби з корозією автомобільних конструкцій. Після деякого часу використання автомобіля його металеві частини можуть постраждати через корозійні процеси, оскільки на їх поверхню впливатиме вода, повітря і інші речовини.

Корозія це складний і тривалий процес, але навіть без особливих знань в хімії ви зможете розібратися в причинах її появи. Звичайна людина розуміє це наступним чином: корозія перетворює залізо в іржу. Відзначимо, що для початку процесу повинні бути присутніми два важливих компоненти: вода і кисень. Ми всі розуміємо, що в атмосфері цих речовин багато, а ізолювати метал від них неможливо.

Швидкість протікання корозії може залежати від багатьох обставин. До їх числа входить потрапляння солі на поверхню, оскільки в ній містяться іони хлору. Це дуже потужний підсилювач корозії, а в зимовий період наші дороги посипані цією речовиною, оскільки так нас захищають від ковзань. Стає ясно, чому в Україні ця проблема настільки актуальна для кожного власника автомобіля.

Прискорити корозійний процес також може зростання вологості і температури, це в свою чергу буде впливати на обмеження функціонування вихлопної системи або моторного відсіку.

Проблема антикорозійного захисту автомобілів також хвилює скандинавських автомобілістів. Як відомо, в цих країнах зима також триває тривалий час. Швидше за все, саме через це Швеція стала законодавцем в цьому питанні [1].

Корозія металу привернула увагу дослідників після того, як цей матеріал почали використовувати для виробництва транспортних засобів. У першій третині 20 століття автомобільна промисловість почала розвиток в дуже активному форматі. У той час формувалися перші компанії, які займалися цим питанням. За минулі майже сто років фахівці змогли розробити широкий спектр антикорозійних матеріалів. Суміші, покликані зупинити корозію, розробляються вже багато років і змогли досягти висот у функціональності і виконанні свого завдання.

Корозія автомобільного кузова має безліч особливостей. Оскільки різні його ділянки працюють в різних умовах під час експлуатації, вплив корозії на них також різний. Одним з найбільш вразливих місць вважаються зварні шви, які дозволяють конструкції зберегти відповідну форму. Найчастіше корозія з'являється саме тут. Чому так трапляється? У місцях зварювання є мікротріщини, вони легко заповнюються водою. Основну роль в процесі щілинної корозії грають вібрації машини під час переміщення і перепад температур, який може спостерігатися в зимовий час. Коли настають морози, волога перетворюється на лід, що істотно збільшує щілину. Таким чином, в майбутньому вона буде заповнюватися ще більшою кількістю води, а після замерзання більше розширить щілину. Такий циклічний процес в результаті призведе до досить серйозних наслідків.

Автомобільний кузов має багато внутрішніх порожнин, які приховані від очей автомобіліста. Проблеми в цих місцях дуже важко помітити, а на додаток вони дуже погано провітрюються. Згубні для металу речовини накопичуються і утворюють зону з підвищеною вологістю. Корозія тут проходить швидко і зовсім непомітно.

Другим за рівнем вразливості є поверхня днища. Ця частина постійно стикається з щебнем і піском, водою і сіллю, які летять з-під коліс під час пересування. Вихлопна система і двигун також можуть вплинути на появу іржі на кузові автомобіля, оскільки вони пов'язані з підвищенням температури.

Як ми розуміємо, автомобіль легко піддається впливу процесу корозії, а різні його компоненти потребують індивідуального підходу до захисту.

Деякі власники іномарок вважають, що їхнім автомобілям не потрібна додаткова антикорозійна обробка, оскільки виробник вже подбав про це. Якщо ж кузов оцинкований, тоді переконання ще більше міцніє. Але в реальному житті все не так просто. Оцинкування це не єдиний спосіб для захисту від корозії кузова. Можна використовувати багато різних дієвих методів. Виробники автомобілів в пострадянський період, як правило, використовували для цієї мети анафорезний метод. У розвинених країнах він вже не використовується, оскільки продемонстрував досить низькі показники стійкості до корозійних процесів.

Більш ефективним на сьогодні можна назвати катафорезний метод, але все ж без додаткової обробки такі кузова можуть швидко здаватися перед натиском корозії.

Найефективнішим способом захисту від виробників, є оцинковка кузова автомобіля. Після нанесення цинкового покриття в 6-9 мкм перші ознаки корозії з'являються через 9 місяців або рік. Чим більше покриття, тим більш надійний захист. Відзначимо, що цей спосіб не сильно впливає на збільшення витрати палива.

Як довго оцинковані кузова можуть не піддаватись корозії? Це залежить від товщини покриття, його типу і наявності пошкоджень під час усунення пошкоджень зварюванням. Після точкового зварювання шар цинку згорає і утворюється гальванічний елемент з цинком. Останнє може вплинути на швидкість появи корозії. Таким чином, оцинковані кузова після декількох років експлуатації також піддаються корозії, якщо не використовувати додаткову підтримку.

Експерти Інституту корозії стверджують, що сліди корозії можна знайти на будь-якому автомобілі після 3 років експлуатації. Так що оптимізм в питанні пошуку нержавіючого автомобіля сьогодні повинен пропасти.

Сьогодні сервісні центри пропонують послугу покриття корпусу автомобіля захисною плівкою, вона прозора і практично не помітна. З її допомогою є можливість захистити будь-який елемент кузова, часто її використовують тільки для частин, які найбільш піддаються пошкодженню. Служить плівка від двох до трьох років.

Мастики відносяться до пасивних способів захисту, вони використовуються для днища кузова. Їх виробляють на смоляній, бітумній або каучуковій основі і доповнюють різними маслами, графітом або волокнистими речовинами. Мастики наносять на днище кузова попередньо обробленого антикорозійним засобом.

Особливістю електрохімічного захисту вважають катодний метод. Він ґрунтується на накладенні катодного електрода або катодного струму. Сенс в тому, що катод захистить анод (кузов) від корозії. Більш активні метали, наприклад, хром, магній, алюміній, можуть захистити кузов.

Захист такого типу складається з цинкової плати і електричного блоку. Останній потрібно заземлювати і приєднати до кузова і двигуна. За допомогою цього методу є можливість захистити автомобіль від корозії навіть коли він стоїть під відкритим небом. Такий тип захисту уповільнює процес корозії майже в 99% випадках. Ви зможете захистити автомобіль на період десяти років. Є багато компаній, які надають такі пристрої з гарантією.

Перевагою електронного методу є те, що на відміну від мастик він не потребує щорічного поновлення. Таким чином, абсолютно зникає вплив погодних умов на кузов. Відзначимо, що його можна поєднувати з будь-якою або антикорозійним засобом.

Одним з поширених способів захисту кузова від корозії є використання ґрунтовки, яку наносять на метал перед лакофарбовим покриттям. Даний шар дозволяє отримати надійне зчеплення заліза і фарби. Це покриття виконує роль бар'єру, що захищає матеріал від вологи і кисню. Недоліком є короткочасність дії

методу. Фосфатні ґрунтовки ізолюють поверхню більш ефективно. Оксидна плівка має кращі характеристики захисту і дозволяє знизити корозійну активність металу.

Лакофарбове покриття повинно виконувати багато функцій, що вимагає дотримання безлічі характеристик. Воно має бути міцним, стійким до ультрафіолету, мати гарну адгезію до ґрунтовки і не стиратися. Також позитивними показниками є екологічність і технологічність. Лакофарбове покриття суттєво впливає і на зовнішній вигляд автомобіля.

Бар'єрний захист - це фарбування і видалення сколів, застосовується оскільки кузов завжди підпадає під вплив механічних пошкоджень і є незамінним процесом. Попередити проблему буде набагато дешевше, ніж усунути наслідки. Для цього також можна використовувати так звані бар'єри. Ними можуть служити підкрилки, пластикові локери і т.п. Звичайно, існують виробники, які комплектують свої автомобілі всім необхідним для такого типу захисту, наприклад, більшість джипів мають пороги, кромки колісних арок, що захищають кузов і його частини в умовах бездоріжжя [3].

Щоб захистити поверхню потрібно ізолювати метал від взаємодії з киснем і вологою необхідно застосовувати спеціалізовані суміші. Вони складаються з трьох груп компонентів: інгібіторів, плівкоутворювачів і спеціальних хімічних речовин. Перші уповільнюють реакцію корозії хімічним шляхом, оскільки молекули інгібітора якісно покривають метал і формують водонепроникний шар. Додатково збільшується адгезія і сила зчеплення плівки. Формується масляна, тверда або воскова плівка. Хімічні речовини розміщують на поверхні плівки, що дозволяє витіснити вологу.

Особливу увагу виробники матеріалів для антикорозійної обробки приділяють напрямку обробки прихованих порожнин. Що ж відбувається в цій частині автомобіля під час його експлуатації? Волога накопичується, оскільки відсутня вентиляція і повна ізоляція від зовнішнього середовища, солі і волога збираються на поверхнях. Без спеціального антикорозійного покриття або в разі поганої якості метал буде піддаватися корозії. Якщо не робити ніяких захисних дій, корозія може виконати в кузові дірки наскрізь [4].

З боку розробки препаратів це дуже складний процес, але для власників автомобіля він дуже важливий. Ці суміші, крім захисту від електролітів, повинні мати високу проникаючу здатність, для того, щоб витіснити вологу навіть вже з шару корозії яка утворилася. Відзначимо, що навіть спеціалізовані центри не можуть провести попередню очистку від іржі внутрішніх порожнин, оскільки вони фізично недоступні.

Є суміші, які призначаються саме для обробки прихованих порожнин у старих автомобілях, що вже мають сліди корозії. Наприклад, це суміші на восковій основі. Вони мають високу проникаючу здатність в корозійну складову.

Зовсім недавно ринок антикорозійних препаратів поповнився новинкою. Нове покоління засобів поєднує в собі як прекрасну проникаючу здатність, так і високий вміст сухого залишку. Вони розроблені для зменшення шкідливого впливу летких засобів на навколишнє середовище.

Більш згубно навколишнє середовище впливає саме на днище автомобіля. Пісок, каміння, вода, сольові розчини, подряпини під час паркування об бордюри та інші дрібні пошкодження це звичайна справа для цієї частини автомобіля.

Заводський захист більшості автомобілів не зможе довго і надійно захищати днище, так що обов'язково прийде час задуматися про необхідність антикорозійної обробки. Склад суміші повинен відповідати багатьом показникам: висока адгезія, стійкість до абразивного впливу, еластичність плівки, стійкість до високих і низьких температур.

На особливу увагу заслуговує суміші, які також базуються на восковому наповненні, але мають також одну п'яту диспергованого алюмінію. Це було дуже складним завданням для виробника, але в результаті істотно зросла стійкість до зношування і антикорозійна стійкість.[5]

Антигравійні препарати використовують для посилення захисту днища і колісних арок. Вони збільшують механічний бар'єр проникнення гравію і піску. Більшість подібних сумішей виконуються на пластиковій основі. Таким чином, антиабразивні властивості знаходяться на дуже високому рівні. Додатково салон ізолюється від дорожніх шумів. Також існують суміші на водній основі, вони більш екологічні.

Для антикорозійної обробки часто потрібно видалити вогнище корозії. Тут використовуються перетворювачі корозії, вони пов'язують її в нейтральний хімічний стан. Міцність металу зберігається, але вогнище корозії усунуто.

Як бачимо, виробники пропонують велику різноманітність сумішей. Багато виробників продукції, яка повинна перешкоджати формуванню корозії, пропонують комплексні рішення.

Наприклад, сьогодні пропонується три види комплексного захисту тільки від одного виробника: Вони відрізняються ступенем антикорозійної обробки окремих деталей кузова.

Під час використання першого виду використовуються проникаючі і ущільнюючі суміші для обробки всіх частин. Після мийки та сушки кузов обробляється проникаючим складом. Це ефективно ізолює від електrolітів метал. Потім використовується довговічний ущільнюючий склад. Деякі елементи вимагають обробки в два етапи.

Система другого типу відрізняється тим, що обробка деталей кузова може проводитися лише одним препаратом (стійки, двері і деякі елементи днища). У цьому випадку також не використовуються перетворювач іржі.

Третій є найпростішим методом. Обробляються тільки більш схильні до корозії частини кузова. Оскільки використовується мінімальна кількість матеріалів, цей метод є найдешевшим.

Корозія автомобіля це дуже згубний процес, він істотно впливає на час експлуатації автомобіля. Також від її результатів псується зовнішній вигляд автомобіля. Сьогодні є безліч способів для захисту залізного друга від цього неминучого процесу. Фахівці звичайно ж рекомендують пробувати використовувати всі методи разом, оскільки таким чином ви зможете ще використовувати всі можливості сучасної науки в питанні захисту.