

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



Одеська державна академія будівництва та архітектури

Академія будівництва України

Академія енергетики України

ДП «Науково дослідний інститут будівельних конструкцій»



Фірма «HERZ» (Австрія)

Фірма «Vaillant» (Німеччина)



Фірма «Wilo» (Німеччина)

МАТЕРІАЛИ



IV МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГО-
РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕКОЛОГІЇ**

15-16 грудня 2021р.

ОДЕСА – 2021

УДК 620.9:502.3

М 33

В збірнику наведені матеріали, які докладалися на міжнародній науково-технічній конференції

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГО-РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ
ТА ЕКОЛОГІЇ**

(м.Одеса, 15-16 грудня 2021р.),

висвітлюються результати наукової роботи ОДАБА та інших ЗВО та організацій з питань:

- ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ, ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ
ТА ОХОРОНА ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ
- ВОДОПОСТАЧАННЯ, ВОДОВІДВЕДЕННЯ, РАЦІОНАЛЬНЕ
ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНА ВОДНИХ РЕСУРСІВ
- ГІДРОТЕХНІЧНЕ БУДІВНИЦТВО, ВОДНА ІНЖЕНЕРІЯ
ТА ВОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ
- ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У МІСЬКОМУ ТА КОМУНАЛЬНОМУ
ГОСПОДАРСТВІ

Редакційна колегія:

А. В. Ковров, к.т.н., професор – голова

В. Ф. Ісаєв, к.т.н., доцент - заступник голови

В. А. Арсірій, д.т.н., професор

Д. О. Голубова, к.т.н., доцент

В. С. Осадчий, к.т.н., доцент

В. Д. Петраш, д.т.н., професор

В. Й. Прогульний, д.т.н., професор

В. Г. Суханов, д.т.н., професор

Рекомендовано
Науково-методичною комісією
Інституту гідротехнічного будівництва
та цивільної інженерії
(Протокол № 4 від 15 листопада 2021р.)

Тези доповідей надруковано в авторській редакції. Автори матеріалів несуть відповідальність за вірогідність наведених відомостей, точність даних за цитованою літературою та за використання даних, що не підлягають відкритій публікації.

Відповідальний за випуск: к.т.н., доцент *Д. О. Голубова*

©Одеська державна академія будівництва та архітектури, 2021

***ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ, ОПАЛЕННЯ,
ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА ОХОРОНА ПОВІТРЯНОГО
БАСЕЙНУ***

МЕТОДИ ОБГРУНТУВАННЯ СИСТЕМ ОТРИМАННЯ ВТОРИННОГО ВУГЛЕЦЕВОГО ПАЛИВА

АКСЬОНОВА І.М.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна

У роботі розглядається методи обґрунтування систем отримання вторинного вуглецевого палива (ВВП) на основі стабілізації осадів стічних вод та органічної частини побутових відходів.

Питання отримання вторинного вуглецевого палива (ВВП) на основі стабілізації осадів стічних вод та органічної частини побутових відходів, що біорозкладається, у сучасних умовах отримали актуальність на основі новітніх технологій очищення стічних вод та стабілізації осадів та кавітаційної обробки органічної сировини різного походження [1]. Технологічна схема анаеробної стабілізації осаду у метантенках мала недоліки в тому що отримання ВВП було економічно не ефективним. Обидва режими термофільний та мезофільний підтримуються за рахунок витрати первинного вуглецевого палива, притому отримані об'єм ВВП складає одну третину від необхідного для процесу стабілізації об'єму. Збільшити об'єм виходу ВВП можливо в разі модифікування біологічного субстрату, що надходить до метантенків, та комбінованими методами біологічного очищення стічних вод та удосконалення методів утилізації органічної частини побутових відходів. Безпосередньо заміна вуглецевого палива на використання сонячних колекторів для отримання пари для підтримання обраного температурного режиму роботи метантенків та ферментно-кавітаційна обробка біомаси перед загрузкою в споруду можуть значно змінити еколого-економічні показники технологічних схем отримання ВВП. Зміна концепції звертання побутових відходів та інтегрування технологічних схем підготовки вторинної сировини в схеми повного біологічного очищення містких стічних вод дозволяє вирішити три основні еколо-економічних питання:

- використання очищеної води повторно у технологічних схемах для розділення вторинної сировини (паперової маси, скла, поліетилену, тощо);
- використання сонячних колекторів для отримання пари для підтримання температурного режиму у метантенках для стабілізації суміщу осадів та органічної частини, біорозкладається, побутових відходів;
- отримання вторинного вуглецевого палива для потреб муніципального господарства.

Для отримання техніко-економічних показників станції повного біологічного очищення стічних вод, стабілізації осадів та комплексного переробки вторинної сировини побутових твердих відходів необхідні: технологічний розрахунок складу та кількості споруд, кількість реагентів, витрати електроенергії технологічні показники якості очищення води, стабілізації осаду та органічної частини побутових відходів, що біорозкладається.

Методика визначає наступні техніко-економічні показники:

- будівельна вартість споруд, будівель і основного та допоміжного обладнання і будівель;
- вартість будівництва;
- виробничі витрати;
- собівартість очистки СВ стабілізації осаду та органічної частини побутових відходів, що біорозкладається.

Методика обґрунтування технічних рішень при проектуванні станції повного біологічного очищення стічних вод, стабілізації осадів та комплексного переробки вторинної сировини побутових твердих відходів основана на розрахунок техніко-економічних показників будівельної (балансової вартості); виробничих витрат на експлуатацію очисної станції; собівартість очистки стічних вод стабілізації осаду та органічної частини побутових відходів, що біорозкладається.

Важливим при проектуванні є вибір технологічної схеми та складу споруд. Від правильного вибору технічних рішень залежить собівартість. Використання новітніх розробок дає можливість вибору складу споруд для забезпечення необхідного ступеня очистки та продуктивності станції. В випадку використання декілька варіантів технологічних схем та складу споруд, вибір варіанту здійснюється за техніко-економічним порівнянням цих варіантів.

Для порівняння варіантів можливо використання розрахунку чистого дисконтного доходу (NPV)

NPV визначається як сума ефектів за весь розрахунковий період, приведена к початковому кроку, або яка перевищує інтегральні результати діяльності інвестиційного підприємства над інтегральними витрати:

$$NPV = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1+E)^t} - K \quad (1)$$

де R_t – результати (П – прибуток), на t – м кроку розрахунку;

Z_t – витрати, на t – м кроку розрахунку (C – собівартість або виробничі витрати);

E – норма дисконту (коефіцієнт ефективності капіталовкладень);

T – горизонт розрахунку, дорівнює номеру кроку розрахунку, на якому проводиться ліквідація проекту;

K – сума дисконтованих капіталовкладень:

$$K = \sum_{t=0}^T K_t [1 / (1+E)^t] \quad (2)$$

Відповідно методики обґрунтування технічних рішень прибутком для систем водовідведення є нарахування банківського відсотка на кошти амортизаційного фонду, а також формальний прибуток на різниці капіталовкладень у будівництво та запобіжний збиток водному об'єкту та отримання вторинного вуглецевого палива.

Література

1. Marc D., Wenger A., DePhillips P., Bracewell D.G. Microscale Yeast Cell Disruption Technique for Integrated Process Development Strategies. //Biotechnol. Prog.– 2008. – № 24. – P. 606 – 614
2. ДБН В.2.5 - 75:2013 Основні положення проектування Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. К.: Мінрегіон України, 2013, 223с.
3. Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів /Документ z0767-09, чинний, поточна редакція — Редакція від 02.07.2012, підстава z 0997-12
4. СанПиН 2.1.7.1322-03. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления
5. Аксьонова І.М. Методичні вказівки з дисципліни «Оцінювання та вибір придатності технології очищення стічних вод» ОДАБА, Одеса, 2014, с.43.
6. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201821203006>

В'ЯЗКІСТЬ СИНТЕТИЧНОГО КОМПРЕСОРНОГО МАСЛА ISO 15

АЛЬ-ХАМАД І.М., ЛАПАРДІН М.І.

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса, Україна

Розробка нових синтетичних масел обумовлена появою холодоагентів R23, R32, R134a, R143a, R152a, R404A, R407C, R410B, R427A та R507 – озонобезпечних гідрофторвуглеців. В теперішній час знайшли застосування синтетичні компресорні масла: алкілбензен, поліальфаолефіни, поліалкіленгліколю і поліолефір. Вони служать для змащування деталей компресора з метою зменшення сили тертя і зниження зносу деталей, що сполучаються. Крім того, масло сприяє відведенню частини теплоти, еквівалентній роботі сил тертя, видаленню дрібних частинок - продуктів зношування сполучених пар і підвищенню герметичності. Масла з низькою в'язкістю мають гарну змішуваність з холодоагентом і забезпечують гарне повернення масла до компресору, особливо в системах з сухими випарниками. В цьому випадку масло не знижує ефективності випарника. З огляду на важливість інформації про теплофізичні властивості масел типу поліолефір, метою цієї роботи є експериментальне дослідження в'язкості синтетичного масла ISO 15.

Як один з найбільш надійних і точних методів для вимірювання в'язкості був обраний метод капіляра. Основним елементом експериментальної установки для вимірювання в'язкості при атмосферному тиску був скляний капілярний віскозиметр типу ВПЖ. Він розміщувався в рідинному термостаті, якій являє собою скляну посудину Дьюара. За допомогою системи термостатування, що включає до свого складу змієвиковий випарник холодильної машини, електричний нагрівач, датчик і блок термостатування, можна було проводити вимірювання у діапазоні температур від 233 К до 373 К.

Для вимірювань в'язкості у всьому діапазоні температур в досліді використовувався набір скляних капілярних віскозиметрів типу ВПЖ-4 з діаметрами капіляра від 2.00 до 0.62 мм. Температура досліді підтримувалася постійною з відхиленнями не більше ± 0.3 К в діапазоні температур 253 ... 293 К і не більше ± 0.2 К в області температур вище температури навколишнього середовища. Результати вимірювання наведені у таблиці.

T, К	ν , мм ² /с	T, К	ν , мм ² /с
253,15	501	313,15	14,4
273,15	107,1	333,15	8,22
293,15	35,5	253,15	5,28

Отримане на основі експериментальних даних апроксимаційне рівняння дозволяє розраховувати коефіцієнт кінематичної в'язкості синтетичного масла ISO 15 з максимальною погрішністю 2% в діапазоні температур 253 ... 353 К.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

АРСІРІЙ В.А., РЯБОКОНЬ П.М., ФЮТАК О.С.

*Одеська державна академія будівництва та архітектури,
м. Одеса, Україна*

Інженерні системи міст мають забезпечувати комфортні умови життєдіяльності, при цьому ефективність обладнання обумовлюють тарифи на надання послуг для населення. Тому піклуватися про підвищення технічної, технологічної та екологічної ефективності устаткувань. Система теплопостачання міста Одеси в більшій мірі формувалася понад 50 років тому. Останні два десятиліття при плануванні міської забудови йде конкуренція між централізованим теплопостачанням і тенденцією децентралізації.

Централізоване теплопостачання складається з трьох складових: джерела тепла, теплові мережі і споживачі тепла. Чим більше джерело і більш розвинуті система, тим більше варіантів ефективного регулювання, пошуку інноваційних рішень для енергозбереження, вирішення екологічних проблем та ін. Децентралізація передбачає виключити тепломережі, які ускладнюють інженерні системи міста, а головною претензією до теплових мереж є великі втрати тепла. Необхідно відзначити, що теплова ефективність або ККД котлів як великих районних котельнь, так і в будинкових котлах можна порівняти, однак для забезпечення надійності, локальних або децентралізованих систем потрібно істотний, а частіше невиправданий запас теплової потужності джерела тепла.

Світові тенденції розвитку міського теплопостачання доводять переваги централізованих систем. Для усунення втрат в тепломережах вже розроблені труби з поліпшеною ізоляцією. Але головна перевага великих джерел теплопостачання - легко доступний контроль і відповідно більш якісне обслуговування. Головне, що на великих котлах зручніше та більш доступно реалізовувати інноваційні рішення, що забезпечують поліпшення експлуатації, зниження собівартості, поліпшення екологічних показників.

Більше 80% джерел теплопостачання в Одесі забезпечують великі котли, що сприяє реалізації інноваційних проектів удосконалення існуючої централізованої системи теплопостачання з вирішенням проблем енергозбереження і забезпечення екологічних показників.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ПРЯМОГО ТА ЗВОРОТНЬОГО ЦИКЛІВ РЕНКІНА

АРСІРІЙ О.О, СМІК С.Ю., ПОДУФАЛА Т.І., СТУПАКОВА І.Г.

*Національний університет «Одеська політехніка»,
м. Одеса, Україна*

Останнім часом все більше уваги приділяється вдосконаленню систем генерації електроенергії та тепла. Особливу роль для аналізу енергетичних показників такого роду систем відіграють моделі уявлення прямого та зворотного циклу Ренкіна. Прямий цикл Ренкіна доцільно використовувати для генерації електроенергії, але також вигідно використовувати низько потенційне тепло для систем, що вимагають велику кількість теплової енергії. Головною умовою підвищення ефективності прямого циклу є підвищення потенціалів робочих середовищ (тиску, температури). Чим вище початкові параметри, тим менша питома витрата палива і менше витрати енергії на власні потреби технологічних процесів.

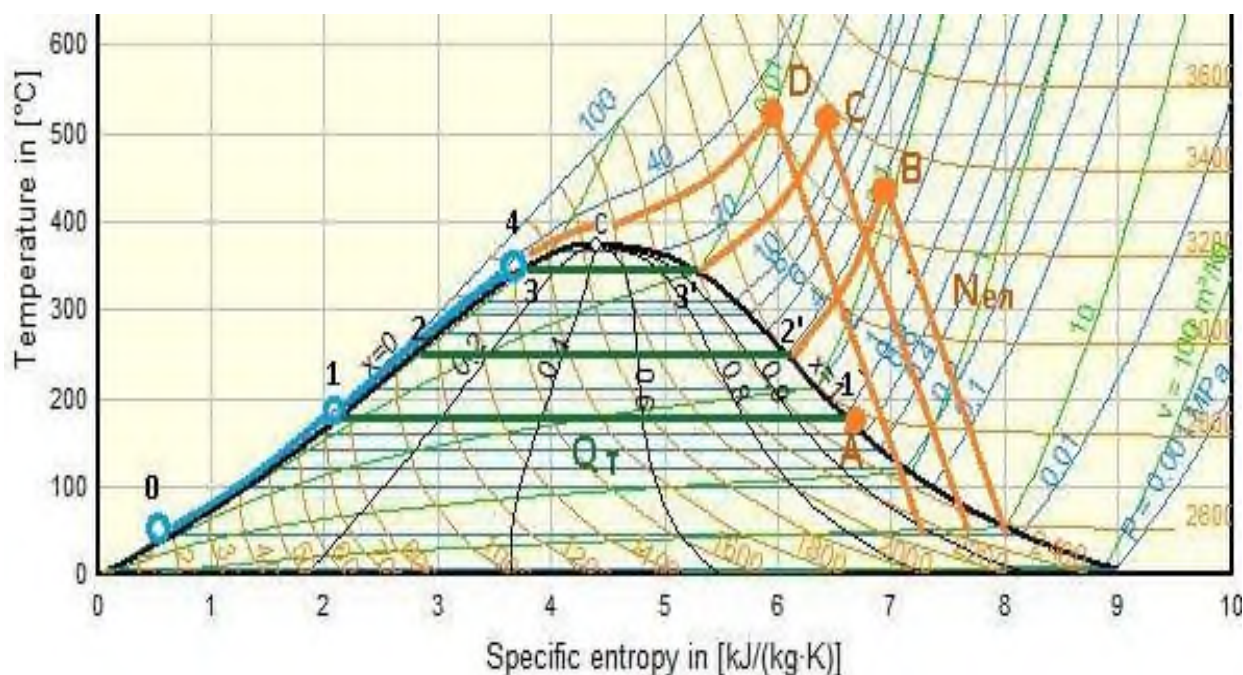


Рис.1 Формування початкових параметрів прямого циклу Ренкіна.

Найкращі показники мають технологічні процеси енергоблоків ТЕС з параметрами у точках Д і С. Але такі параметри природні в першу чергу для генерації електричної енергії. Але діапазон ефективності ТЕС $\eta_{ТЕС} = 0,35 - 0,4$. Котли насиченої пари з параметрами у т. А використовують тільки для

технологічних потреб використання теплової енергії. Хоча доцільно розробляти когенерацію технологічних процесів з одночасною генерацією електрики Нел та тепла Q_T (т. В), що дасть збільшені питомі економічні та екологічні показники роботи підприємств. Когенерація процесів з використання прямого циклу Ренкіна збільшує ефективність ТЕЦ до $\eta_{ТЕЦ} = 0,9$.

Все більшої популярності набувають технологічні процеси, в яких використовується зворотний цикл Ренкіна. Такі технології використовують енергію фазових переходів, коли робоче тіло процесу (наприклад, фреон або вода) переходять з рідкого стану в газоподібне з поглинанням великої кількості енергії – охолодження або навпаки конденсації з великим виділенням тепла, коли газ перетворюється на рідину. Електроенергія витрачається лише на роботу компресора. За сприятливих умов, коли нудна мала величина стиснення компресора і мала величина збільшення температури нагрівання теплоносія систем опалення забезпечує коефіцієнт ефективності трансформації теплових насосів COP 5 і більше.

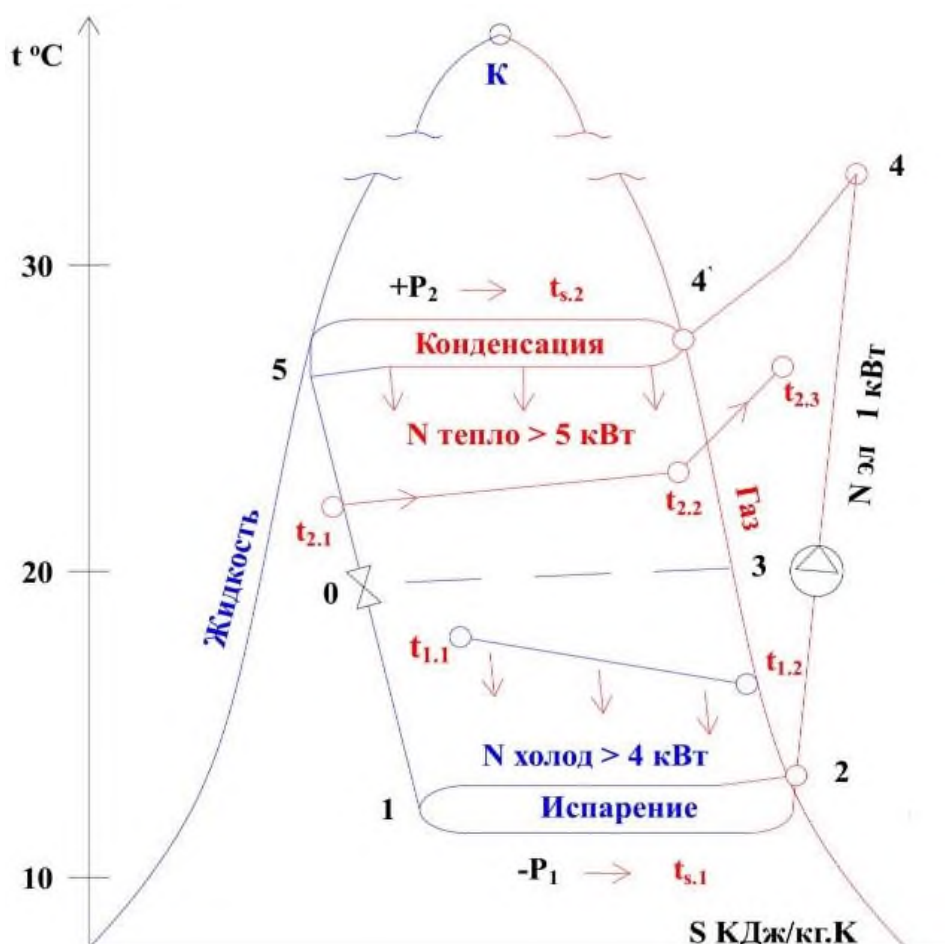


Рис.2 Процеси зворотного циклу Ренкіна у теплових насосах.

Технологію можна позначити як систему з позитивним балансом енергій, тому що на 1 кВт витраченої електричної енергії виробляється понад 5 кВт тепла за більшої температури, ніж у джерела. Таку технологію називають тепловий насос, тому що енергія передається від холодного середовища до більш нагрітого. На рис. 2 представлені результати розробки схеми та діаграми процесів на основі зворотного циклу Ренкіна в тепловому насосі.

Для підвищення ефективності технологічних процесів переробки сільськогосподарської продукції - нагрівання або осушення біопродуктів (соняшник, соя та ін) пропонується виконувати нагрівання продуктів або повітря за рахунок енергії димових газів з використанням конденсації водяної пари. Видаляючи димові гази у трубу підприємства втрачають (або викидає у трубу) понад 15% енергії витраченого палива. Пропонується для підготовки гарячого повітря використовувати властивість димових газів при зниженні температури нижче 100°C конденсувати розчинену в них воду. Особливістю пропозиції є зміна функції димососів. Зміна місця установки димососа дозволяє використовувати його як вентилятор або компресор. Підвищення тиску димових газів і підвищення температури, при якій буде проходити конденсація вологи з газу з виділенням великої кількості тепла при вищому значенні температури газу. Як показано на рис.2 конденсація вологи відбувається при постійній температурі. При цьому кількість енергії, яку можна буде направити на нагрівання може дорівнювати енергії окремих котлів. Така технологія дозволяє отримати велику економію енергії.

Література

1. Арсирій В. А., Ступакова І.Г. Рябоконт П. М. Совершенствование потенциалов для повышения эффективности системы сушки биоматериалов // International journal Sustainable development. Year VII Volume 2/2021. – p.43–49. ISSN: 1314-4138 (print) ISSN: 2367-5454 (online). <https://maurorg77.wixsite.com/maur-org/arhiv-1>

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА ПОВІТРЯНА СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ З НЕСТАЦІОНАРНИМ ТЕПЛОВИМ НАВАНТАЖЕННЯМ ПРИМІЩЕНЬ

АФАНАСЬЄВ Б.А., ХЛИЦОВ М.В.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна

Існує багато будинків суттєве енергозбереження в яких можливо впроваджувати не тільки завдяки погодним регулюванням температури, але і тепловим навантаженням кількості приміщень протягом дня, тижня, тимчасовим неодноразовим включенням в залежності від графіка роботи. В такому режимі, наприклад, працюють вищі учбові, та інші соціальні заклади з періодичним заповненням різною кількістю відвідувачів, та приміщень. Особливо висока ефективність при праці тільки у денній час.

В таких умовах система працює головне наступним чином:

- В будинку підтримуються весь час мінімальні температурні параметри по умовам вологості і вентиляції;
- В залежності від графіку та умов праці, окремі приміщення програмно і заздалегідь обігриваються відповідно їх інерційним властивостям і далі працюють згідно нормам ДСТУ:
- По закінченні лекцій, іншої тимчасової праці, приміщення звільняються і режим опалення знову переходить в очікувальний, «сплячий» стан

Два важливі фактори мають особисту специфіку для таких випадків, це - система опалення-кондиціонування-вентиляції, та властивості огорожувальних конструкцій будинків.

Безпосередньо для будинку Будівельно-технологічного інституту ОДАБА авторами була розроблені пропозиції по системі опалення та вентиляції.

Завдяки таким властивостям, як низька температура теплоносія для опалення, мала теплова інерційність, висока ефективність при безпосередньому нагріву повітря в приміщенні, сумісності з системою вентиляції і відносно високою середньою температурою в зимовий час, найбільш підходящими є теплові насоси повітря-повітря. Система розподілу повітря – канална, з кількома внутрішніми блоками уздовж будинку, з додатковим калорифером від центрального опалення, або каналним електрообігривачем.

Особливої уваги потребує теплоізоляція приміщень і найкраще з додатковою внутрішнім покриттям стін. Такою зручною і достатньою внутрішньою тепловою ізоляцією може бути стіни із вже існуючого покриття із гіпсокартону.

Дві системи розподілені на дві сторони уздовж будинку і мають спільні камери для зворотного із приміщень повітря. Це дозволяє одночасно гріти, та охолоджувати різні сторони у міжсезоння. Спільна припливна вентиляція підключена окремо до кожного внутрішнього блоку. Така схема дозволяє виконати рекуперацію тепла повітря, що викидається і повністю забезпечити нагрів припливу без окремого догріву.

Крім переваг високої енергоефективності, економія від впровадження подібної системи опалення досягає 50%.

Література

1. Тепловой режим здания. Богословский В. Н. М.: Стройиздат, 1979- 248 с ил.

РІВНЯННЯ ТЕПЛОЄМКОСТІ ТА ЕНТАЛЬПІЇ ПРОДУКТІВ ЗГОРАННЯ ГАЗООБРАЗНОГО ПАЛИВА

БАРИШЕВ В.П.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна

Ентальпія продуктів згорання газоподібного палива може бути розрахована за рівнянням:

$$I_{\Gamma} = I_{\Gamma}^{\circ} + (\alpha - 1)I_{\text{B}}^{\circ}, \text{кДж/м}^3 \quad (1.1)$$

Ентальпія теоретичної кількості продуктів згорання за температури ϑ , може бути розрахована за рівнянням:

$$I_{\Gamma}^{\circ} = V_{\text{RO}_2} (c\vartheta)_{\text{RO}_2} + V_{\text{N}_2}^{\circ} (c\vartheta)_{\text{N}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}}^{\circ} (c\vartheta)_{\text{H}_2\text{O}}, \text{кДж/м}^3. \quad (1.2)$$

Ентальпія теоретично необхідної кількості повітря:

$$I_{\text{B}}^{\circ} = V^{\circ} (c\vartheta)_{\text{B}}, \text{кДж/м}^3. \quad (1.3)$$

Тут, у загальному випадку

$$V_{\text{RO}_2} = 0,01(\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{H}_2\text{S} + \sum n C_n H_m, \text{м}^3/\text{м}^3);$$

$$V_{\text{N}_2}^{\circ} = 0,79V^{\circ} + 0,01N_2;$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^{\circ} = 0,01 + (\text{H}_2 + \text{H}_2\text{S} + \sum 0,5m C_n H_m + 0,124d) + 0,0161V^{\circ}, \text{м}^3/\text{м}^3;$$

$$V^{\circ} = 0,0476 \left(0,5\text{H}_2 + 0,5\text{CO} + 1,5\text{H}_2\text{S} + \sum \left(n + \frac{m}{4} \right) C_n H_m - \text{O}_2 \right), \text{м}^3/\text{м}^3.$$

Всі формули для розрахунку ентальпій наведені для повного згорання палива.

З урахуванням записаних формул рівняння ентальпії може бути подане у вигляді:

$$I_{\Gamma} = V_{\text{RO}_2} (c\vartheta)_{\text{RO}_2} + V_{\text{N}_2}^{\circ} (c\vartheta)_{\text{N}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}}^{\circ} (c\vartheta)_{\text{H}_2\text{O}} + (\alpha - 1)V^{\circ} (c\vartheta)_{\text{B}} \quad (1.4)$$

У результаті перетворень можемо записати рівняння ентальпії у такому вигляді:

$$I_{\Gamma} = A(\vartheta) + \alpha B(\vartheta) \quad (1.5)$$

Рівняння (1.5) є лінійним щодо коефіцієнта надлишку повітря. Температурна залежність коефіцієнтів $A(\vartheta)$ і $B(\vartheta)$ рівнянь ентальпії та теплоємності визначається рівняннями питомих ізобарних теплоємностей компонентів продуктів згорання. Їх рівняння було отримано в результаті регресійного аналізу на основі літературних даних з теплоємності газоподібних компонентів при атмосферному тиску і у широкому інтервалі температур, наведених у [1, с. 92].

Для отримання рівнянь питомих ізобарних теплоємностей газоподібних компонентів продуктів згоряння аналізувалися поліноміальні рівняння різного ступеня. В результаті аналізу були обрані поліноми четвертого ступеня щодо незалежної змінної $\tau = \frac{\vartheta}{1000}$.

На рис. 1 – 4 наведено результати опису даних питомих теплоємностей компонентів продуктів згоряння. Наведено також регресійну статистику значення дисперсійного аналізу та значення коефіцієнтів рівнянь питомих теплоємностей компонентів продуктів згоряння.

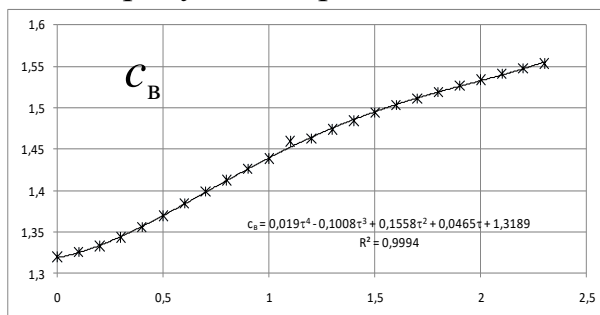


Рис. 1. Результати апроксимації та рівняння теплоємності повітря.

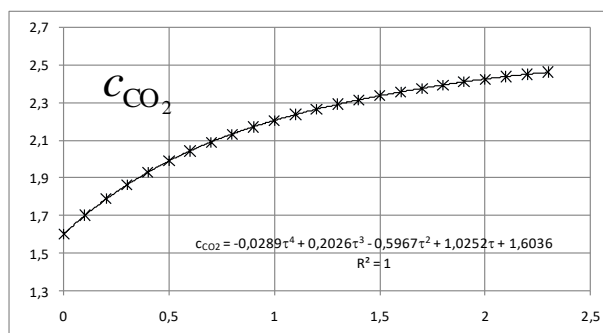


Рис. 2. Результати апроксимації та рівняння теплоємності двоокису вуглецю.

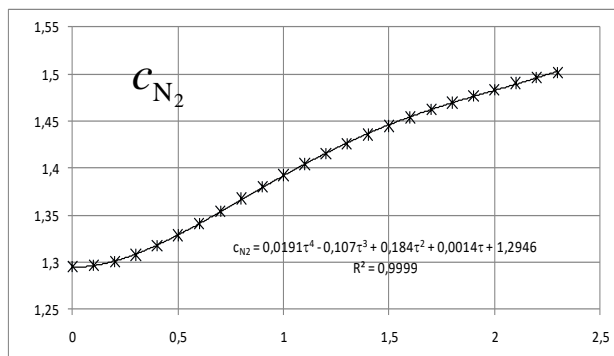


Рис. 3. Результати апроксимації та рівняння теплоємності азоту.

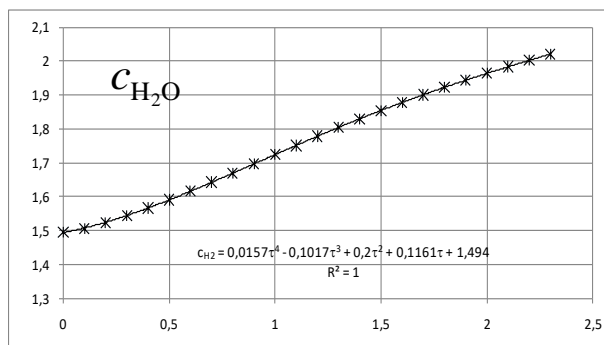


Рис. 4. Результати апроксимації та рівняння теплоємності водяної пари.

Таблиця 2. Коефіцієнти рівнянь теплоємностей газоподібних продуктів згоряння

CO ₂	N ₂	H ₂ O	Повітря
a ₀₁ =1,603633E+00	a ₀₂ =1,294596E+00	a ₀₃ =1,493984E+00	a ₀₄ =1,3188872E+00
a ₁₁ =1,025166E+00	a ₁₂ =1,408560E-03	a ₁₃ =1,161143E-01	a ₁₄ =4,6532504E-02
a ₂₁ =-5,966653E-01	a ₂₂ =1,840431E-01	a ₂₃ =2,000343E-01	a ₂₄ =1,5577300E-01
a ₃₁ =2,026120E-01	a ₃₂ =-1,070273E-01	a ₃₃ =-1,017239E-01	a ₃₄ =-1,0080354E-01
a ₄₁ =-2,894011E-02	a ₄₂ =1,908825E-02	a ₄₃ =1,570428E-02	a ₄₄ =1,9004426E-02

Підстановка рівняння (1.4) отриманих рівнянь ізобарних теплоємностей продуктів згоряння дозволяє записати рівняння ентальпії продуктів згоряння у вигляді:

$$I_{\Gamma} = \sum_{i=0}^4 A_i^I * \tau^{i+1} + \alpha \sum_{i=0}^4 B_i^I * \tau^{i+1} \quad (1.6)$$

$$\text{де } A_i^I = (V_{RO_2} a_{i1} + V_{N_2} a_{i2} + V_{H_2O} a_{i3} - V^0 a_{i4}) * 10^3;$$

$$B_i^I = V^0 a_{i4} * 10^3.$$

Рівняння теплоємності продуктів згоряння може бути отримане з рівняння ентальпії (1.6) у такому вигляді:

$$C_{\Gamma} = \sum_{i=0}^4 A_i^T * \tau^i + \alpha \sum_{i=0}^4 B_i^T * \tau^i \quad (1.7)$$

$$\text{де } A_i^T = \frac{A_i^I}{\tau * 10^3}; B_i^T = \frac{B_i^I}{\tau * 10^3}.$$

Отримані рівняння ентальпії та теплоємності продуктів згоряння можуть використовуватися для визначення адіабатної температури горіння палива чисельними методами.

Література

1. Гусев Ю.Л. Основы проектирования котельных установок. Изд-во литературы по строительству, М. 1973 г

ЧАСТИЧНОЕ ОБНОВЛЕНИЕ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК В ПРОБЛЕМЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

ВОИНОВ А.П., ЭЛЬКИН Ю.Г., ГОЛУБОВА Д.А.

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
г. Одесса, Украина*

Созданное человечеством мировое производство оказывает на окружающую природную среду (ПС) интенсивное, опасное для нее, возрастающее с ускорением вредное воздействие.

Ухудшающееся с ускорением состояние ПС достигло весьма опасного уровня. Продолжение сложившейся обстановки чревато деградацией живой природы. В мире возникла сложная и опасная для ПС экологическая обстановка.

Сформировалась мировая экологическая проблема незамедлительной нормализации сложившейся обстановки.

Целесообразный сценарий действий человечества по решению экологической проблемы состоит в постепенном уменьшении уровня вредного воздействия производства на ПС до уровня протекания естественного процесса ее самовосстановления. Это сможет остановить процесс ее дальнейшей деградации, позволит стабилизировать ее состояние.

Среди отраслей мирового производства наиболее интенсивное вредное воздействие на ПС оказывает важная и быстро развивающаяся его отрасль - мировая энергетика. Она широко представлена во всех странах техническими объектами, отличающимися широким разнообразием протекающих в них технологических процессов, их конструкций и режимов функционирования.

Повышение технологической эффективности оборудования энергетики позволяет выполнять задачи энергосбережения, представляющего систему организационной, научной, практической и информационной деятельности, направленной на уменьшение потребления энергетических ресурсов без снижения их полезного эффекта с применением технических, экономических и правовых методов с соблюдением экологических требований. Энергосбережение позволяет удовлетворить спрос вновь вводимых потребителей без увеличения капитальных вложений; при постоянном составе потребителей – снизить расход первичных энергоносителей и выбросы вредных веществ в атмосферу, а также увеличить экспорт теплоэнергетических ресурсов.

В настоящее время в мировом производстве наиболее сложным техническим объектом является энергоблок тепловой электрической станции на твердом топливе, состоящий из котла, турбины и электрогенератора. Другие тепло- и электрогенерирующие объекты энергетики также отличаются высокой степенью сложности. В частности, это в полной мере относится к оборудованию современных централизованных систем теплоснабжения - ответственных энергетических объектов, существенно влияющих на производственные и на бытовые условия жизни населения.

Уровень технологической эффективности функционирования технического объекта формируется экологической, экономической и общетехнической ее составляющими.

В нынешний период крайне напряженной мировой экологической обстановки, главным показателем степени совершенства технического объекта является уровень экологической составляющей его технологической эффективности (его экологичность).

На состояние действующего технического объекта, на уровень его экологичности влияет ряд факторов разного рода. Существенное влияние оказывает степень его износа.

При этом, процесс износа технического объекта с течением времени ускоряется. Под его влиянием прогрессивно снижается уровень технологической эффективности этого объекта и, естественно, уровень его экологичности.

Как свидетельствует опыт, в комплексе оборудования энергетики наибольшую агрессивность по отношению к ПС проявляют котельные установки (КУ) энергетические, отопительные и промышленные, особенно изношенные.

Украина обладает развитой энергетической базой, удовлетворяющей электричеством и теплотой потребности своих потребителей.

Отечественная энергетика представлена весьма крупным комплексом оборудования, в полной мере отражающего характерные черты современной развитой мировой энергетики.

С позиций анализа экологических свойств элементов отечественной энергетики, большой интерес представляют КУ, применяемые в ней.

В Украине парк КУ насчитывает более 80 тысяч единиц. Большая часть этих агрегатов отработала период времени, превышающий их расчетный ресурс. Это

обусловило значительное снижение уровня их технологической эффективности и, естественно, снижение уровня их экологичности.

Таким образом, отечественные КУ интенсивно вредят ПС, поэтому нуждаются в комплексных научно-технических изысканиях, направленных на повышение уровня их экологичности.

Радикальным средством было бы полное обновление отечественного парка КУ, то есть замена их новыми, высокоэффективными агрегатами. Однако широкая масштабность и предельно высокая экономическая сложность решения этой задачи придали ей характер сложной проблемы, решение которой предстоит осуществлять в будущем.

Всесторонний анализ сложившейся сложной обстановки позволяет указать возможные пути ее улучшения.

Таким реально доступным в настоящее время путем является частичное обновление изношенных КУ. Частичное обновление КУ позволяет более экономно расходовать ими первичные энергоресурсы - топливо, то есть повысить уровень их экологичности, а значит решить задачу энергосбережения.

Осуществляемое в настоящее время техническое обслуживание действующих КУ представляет собой четкий комплекс ответственных эксплуатационных и ремонтных мероприятий, практически позволяющих поддерживать надежное функционирование КУ не только в пределах длительности их расчетного ресурса, но и далеко за ее пределами.

Этот комплекс эксплуатационных и ремонтных мероприятий характерен доступностью вследствие относительно небольшого объема необходимых трудозатрат, но, при этом, способен обеспечивать многолетнюю надежную эксплуатацию обслуживаемого им сложного технического объекта, каковым является современная КУ.

В прежних условиях нормальной экологической обстановки персонал котельной выполнял привычный комплекс работ по техническому, эксплуатационному и ремонтному обслуживанию установленных в ней КУ.

В нынешний период сложной экологической обстановки в обязанности персонала котельной входит дополнительный комплекс ответственных работ по уменьшению вредного воздействия обслуживаемой котельной на ПС.

Эти работы, по существу, представляют собой частичное обновление котельной, то есть являются работой по повышению уровня ее технологической эффективности, в том числе повышению уровня ее экологичности.

Нынешняя напряженная экологическая обстановка требует надежного обеспечения этого эффекта от использования каждого действующего технического объекта.

В котельной целесообразно начать работы по ее частичному обновлению с нормализации газовоздушного режима работы каждого котла, путем минимизации присосов воздуха и коэффициента избытка воздуха в топке. Далее необходимо исследовать тепловой баланс КУ, проанализировать и скорректировать режим управления им.

Затем следует проанализировать состояние элементов КУ, провести необходимый ремонт и настройку их на доступный оптимальный режим работы. Для некоторых чрезмерно изношенных элементов обслуживаемого оборудования следует осуществить полное обновление (замену новыми).

Результаты работы по частичному обновлению каждой из КУ должны быть предметом анализа руководства энергетического объекта и его поощрительных действий по отношению к исполнителям выполненных работ.

Рассмотренный выше в качестве иллюстрации и характерного примера процесс частичного обновления КУ может быть использован при подготовке и осуществлении частичного обновления элементов энергоблоков, систем централизованного теплоснабжения и других элементов энергоустановок разного типа и разной единичной мощности.

Таким образом, между энергосбережением и экологичностью существует неразрывная связь. Частичное обновление, целесообразно реализованное применительно к изношенным КУ, служит доступным и эффективным инструментом повышения уровня их технологической эффективности, в том числе повышения уровня их экологичности, что соответствует концепции энергосбережения. Осуществление частичного обновления действующих изношенных котлов – актуальная организационно-техническая задача отечественной энергетики.

СОНЯЧНА ЕНЕРГІЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ

ГЕРАСКІНА Е.А., ДАНІЧЕНКО М.В., ХОМЕНКО О.В.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м.Одеса, Україна

Постійне зростання цін на опалення та гаряче водопостачання змушує багатьох із нас задуматися про способи економії. Але чи можна не просто скоротити витрати на електроенергію, а звести їх до нуля? Можна, якщо використати енергію сонця. Енергія сонця є одним з найбільш доступних та перспективних джерел енергії практично для всіх процесів, що розвиваються в атмосфері, гідросфері та біосфері. Цей ресурс величезний і перевищує майже в 6000 разів поточне глобальне споживання первинної енергії. На відміну від викопних джерел, енергія сонця практично невичерпна. Прагнення змусити "працювати" сонце лягло в основу розробок фірми Солвіс.

Система Солвіс Макс (рис.1) є тришаровим агрегатом, який поєднує функції нагрівача і резервуара-акумулятора тепла, з інтегрованою сонячною системою і зі змінним пальником на всі види палива.



Рис.1 Зовнішній вигляд Солвіс.

Сонячні колектори в системі SolvisMax працюють у режимі низької витрати теплоносія. Це дає безліч переваг: теплоносій нагрівається до робочої температури за один цикл циркуляції через сонячний колектор, в системі

застосовується тонка мідна труба $\varnothing 40$ мм, що легко монтується, інші компоненти системи дуже компактні. Броньоване скло виготовлено так, що має найвищий ступінь поглинання сонячного світла, навіть при мінімальному дифузному освітленні при поганій погоді (світлопроникність 95%). Скло має мінімальну вагу. Серцем системи є буферний накопичувач. Його унікальність полягає у застосуванні ефекту стратифікації (температурного розшарування води). Вода зі зворотного контуру не просто потрапляє в бак-накопичувач, а, не перемішуючись, надходить у шар з однаковою температурою. Система має високий ККД і, порівняно з іншими установками, високий річний показник.

Комбіновані системи опалення та гарячого водопостачання SolvisMax 6 (рис.2) - це унікальні установки нового покоління, що дозволяють економити значні кошти на енергоносіях за рахунок комплексного використання сонячної енергії та традиційних видів палива (газ, зріджений газ, дизпаливо, тверде паливо). Застосовується в багатоповерхових будівлях, у спортивних спорудах, в об'єктах готельного та пансіонного типів, а також в лікарняних та курортних будівлях.

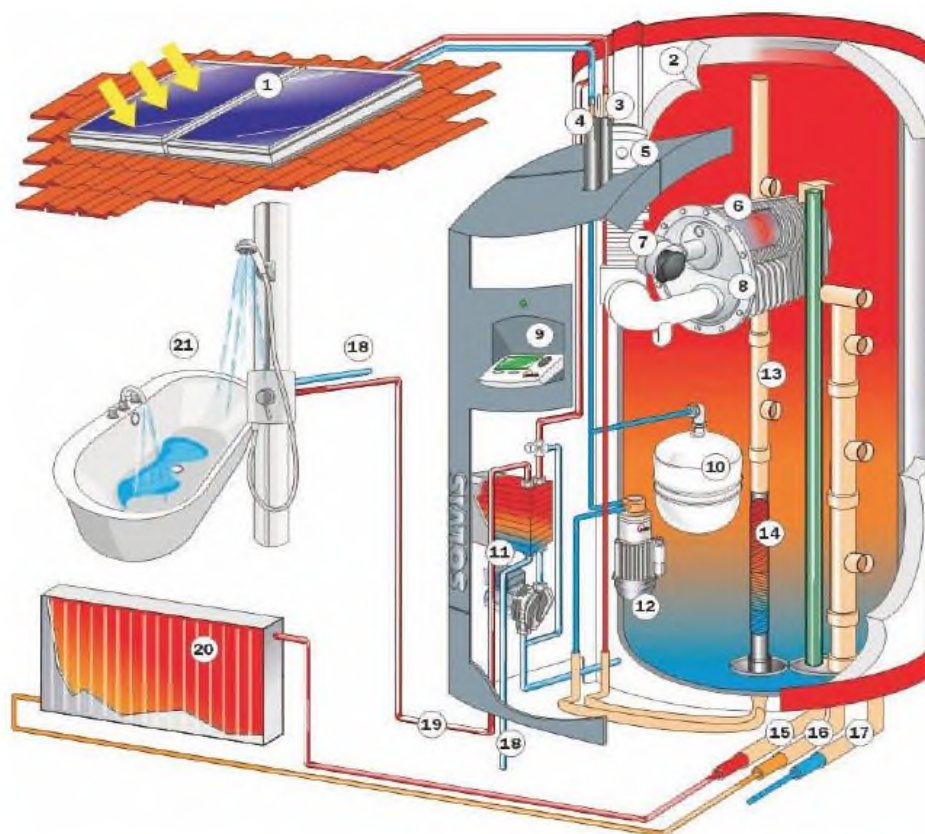


Рис.2 Система SolvisMax 6

1- сонячний колектор Solvis; 2 - теплоізоляція; 3- вихід із сонячного колектора; 4-подача в сонячний колектор; 5- димар; 6- газовий пальник; 7- газовий котел; 8 - теплообмінник; 9 - керована автоматика; 10-розширювальний бак сонячного контуру; 11 станція гарячої води; 12-насос сонячного контуру; 13-стратифікаційна труба; 14-сонячний теплообмінник; 15-подаючий трубопровід до системи опалення; 16- зворотній трубопровід із системи опалення; 17-заповнення/злив ємності; 18-холодна вода; 19-гаряча вода; 20-система опалення; 21 - споживачі гарячої води.

Переваги системи SolvisMax:

- Дозволяє економити до 50-60% витрат на опалення в порівнянні зі стандартною системою.
- Автоматична підтримка опалення сонячними колекторами.
- Контур опалення з загрузкою до 700 Вт функціонує за допомогою буферного бака- накопичувача.
- Гнучка система опалення для будь-якого будинку.
- Свіжа побутова вода - ніякого ризику появи легіонел,
- Простота установки-компактна конструкція.
- Просте та інтелектуальне управління.

При застосуванні вищенаведених систем в Україні гарантується зниження використання газу до 52% та витрат на обслуговування до 37%.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В МУНИЦИПАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

ДОРОШЕНКО Ж.Ф.

Государственный университет «Одесская политехника», г. Одесса, Украина

ПОТАПОВ М.Д.

Национальная академия пищевых технологий, г. Одесса, Украина

Одной из важнейших характеристик любой системы является её эффективность. Для систем теплоснабжения таким показателем является энергетическая эффективность, которая ассоциируется довольно часто с возможностями системы обеспечить потребителя необходимым количеством теплоты на покрытие соответствующих нагрузок. Следуя этой логике эффективность системы теплоснабжения может определяться соблюдением теплового баланса – генерация теплоты соответствует затратам её потребителей, что свидетельствует о гарантированной подаче потребителю теплоты и ни в коей мере не отражает энергетическое совершенство системы в целом, которое связано с энергетической эффективностью.

Используя принципы системного анализа [1, с. 146], становится очевидным, что реальная энергетическая эффективность системы связана со снижением энергозатратности всех её составляющих, в том числе у потребителя (при обязательном обеспечении условий теплового комфорта).

Реальное повышение энергетической эффективности муниципальных систем теплоснабжения с учетом современных требований возможно только с использованием инструментария энергетического менеджмента. Энергетическая стратегия, основанная на таких принципах, предусматривает реализацию организационных и технологических мер по экономии топлива и энергии, что является целью энергосберегающей политики в муниципальном энергохозяйстве.

Программа энергосбережения должна быть конкретной для каждого территориального образования. Каждый город имеет свои особенности при организации работы по энергосбережению. Однако при всей специфике существуют и общие положения. Очевидным является тот факт, что задача по эффективному использованию энергоресурсов становится все более существенной по мере дефицита топлива, его стоимости и ужесточения требований к качеству жилищно-коммунальных услуг.

С учетом нынешней ситуации, когда местные органы самоуправления отвечают за все аспекты организации теплоснабжения, становится очевидным, что при непростоном финансовом положении муниципальных образований, добиться устойчивых позитивных изменений в организации теплоснабжения без грамотного использования энергетического менеджмента невозможно.

Следуя основополагающим принципам общего менеджмента – нельзя управлять тем, что нельзя измерить, измерение без анализа бесполезно, а чтобы получить результат, нужны действия - были сформулированы основные этапы энергетического менеджмента. Эти этапы связаны с получением информации о реальном энергетическом состоянии системы, что позволяет определить её энергетическую эффективность. Следующий этап связан с проведением сравнительного анализа с «эталонными» показателями. Результат этого анализа позволяет оценить реальные энергетические показатели исследуемого объекта, в качестве приемлемых или неприемлемых. Сделанная оценка предполагает разработку рекомендаций по исправлению положения или ограничиться констатацией удовлетворительного состояния рассматриваемой системы.

Применение энергосбережения в муниципальных системах в реальных условиях ограничено рядом проблем. Преодоление этих проблем становится возможным при выполнении конкретных действий в определенной последовательности, начиная с получения количественных энергетических оценок объекта (энергопотребление, потенциал энергосбережения), что является сутью энергетического обследования (энергоаудита) и составляет основу для разработки программы энергосбережения. Состоятельность программы подтверждается снижением энергозатрат.

Целью проведения энергетического обследования и анализа эффективности всех звеньев системы (генерирование, транспортировка и использование теплоты) является определение возможностей экономии расходов топливно-энергетических ресурсов, что позволяет:

- выявить источники нерационального и неоправданного энергопотребления;
- разработать на основе технико-экономического анализа рекомендации по ликвидации или уменьшению неоправданных трат энергоресурсов;
- предложить программу по экономии энергоресурсов и рационального энергоиспользования;
- определить очередность реализации предлагаемых мероприятий с технико-экономическим анализом объёмов затрат и сроков окупаемости [2, 25].

Реализация этой программы затруднена из-за очень скромных финансовых ресурсов, нехватки специалистов в области энергоаудита и энергоменеджмента, которые, в первую очередь, должны быть грамотными теплоэнергетиками. Программы по энергосбережению муниципальных систем теплоснабжения должны быть реалистичными, они определяют приоритеты выполнения соответствующих работ. Реалистичность таких программ подтверждается обеспечением их необходимой ресурсной базой, финансовыми возможностями, которые должны создаваться не только за счет возможностей муниципалитетов.

Литература

1. Таубман У.И. Анализ и синтез теплотехнических систем. – М.: Энергоатомиздат. 1983. – 176 с.
2. Хмельнюк М.Г., Яковлева О.Ю., Остапенко О.В. Энергетичний менеджмент і аудит. 1 частина. – Херсон: ФОП Грінь Д.С. 2016. – 224 с.

ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ ГАЗОВОГО ПАЛИВА

**ЖУК Г.В., КРУШНЕВИЧ С.П., КОСТРИЦЯ С.В., ВЕРБОВСЬКИЙ О.В.,
ІВАНОВ Ю.В., ОНОПА Л.Р., МАЛЕЖИК П.І., КУБЕНКО С.Б.**

Інститут газу НАН України, м. Київ, Україна,

ПРЕДУН К.М.

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Енергетичною стратегією України «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» основним стратегічним завданням визначено зменшення імпортозалежності держави у постачанні енергоресурсів, особливо природного газу. Планується суттєво збільшити його внутрішнє видобування, розвинути пошук та облаштування нових свердловин з метою до 2035 р. повністю задовольнити потреби економіки газом власного видобутку. Наразі завдання стало виглядати дещо скромніше – зберегти видобування на досягнутому рівні. Протягом останнього періоду в Україні щорічно видобувається близько 20 млрд. м³ природного газу (дві третини від потреби), на її території знаходяться треті за величиною запаси блакитного палива в Європі. Водночас для зменшення енергозалежності країни доцільно також залучати позабалансові ресурси – природний газ малодебітних та віддалених свердловин, біометан, гідратний газ.

Залучення до енергетичного балансу держави додаткових об'ємів за рахунок використання малодебітних свердловин може додати близько 1,5-2 млрд. м³/рік. При цьому, транспортування до споживачів доцільно організувати у зрідженому вигляді. Технології зрідження метану (LNG) та його подальшого споживання останнім часом швидко поширюються у світі (ріст не менше 10% щороку). За даними Міжнародної Енергетичної Асоціації (МЕА) до 2040 р. транспортування газу у зрідженому стані становитиме більше половини від обсягів його використання. Постачання зрідженого газу в Україну дозволить диверсифікувати джерела надходження палива, тим більш що у державі існують енергоефективні технології його регазифікації. В Інституті газу НАН України також розроблено енергоефективні технологічні рішення щодо зрідження природного газу, які забезпечують удвічі менші енерговитрати порівняно з традиційними способами.

Застосування зрідженого природного газу в якості автомобільного палива дозволяє скоротити витрати на паливо до 50%. Споживачем такого палива можуть бути бурові установки, кар'єрні самоскиди, автомобільний вантажний транспорт, залізничний та морський транспорт. Заміна дизельного палива

актуальна ще з точки зору паливної незалежності: імпорт дизельного палива в Україні складає 90%, в той час як природного газу – утричі менший.

За інформацією ПАТ «Укргазвидобування», з метою нарощування видобутку природного газу на родовищах, а також для розробки перспективних родовищ Товариство розглядає можливість запровадження альтернативної технології «віртуальних газопроводів», так як частина таких родовищ віддалена від наявної системи промислових і магістральних трубопроводів. Пропонована технологія є злагодженою системою підготовки, зберігання та транспортування палива.

За досвідом компанії-виробника Galileo, вартість зрідженого природного газу становить приблизно 150 Євро за 1 тис.м³, включаючи очищення та підготовку газу, зміну агрегатного стану, зберігання та транспортування. Підвищити рентабельність циклу зрідження може додаткове виробництво товарних гелію, пропан-бутану, вуглекислоти тощо.

Іншим додатковим ресурсом для енергетичного балансу держави може бути біометан. Наприклад, кількість біометанових заводів у країнах ЄС, за інформацією EBA Statistical Report 2020, становить 540, а щорічне виробництво біометану складає 2 млрд. м³, частка біометану на транспорті – близько 10%. Загалом сумарне виробництво біогазів різних видів у 2020 р.в ЄС перевищило 6,5 млрд.м³. А у Скандинавії частка біометану в газових мережах сягнула рівня 30%.

В Україні вже працюють 53 біогазові комплекси загальною потужністю більше 100 МВт, проте весь біогаз використовують виключно для виробництва електроенергії завдяки пільговому «зеленому» тарифу 0,14 Євро/кВт-год., Власне біометанове виробництво в Україні наразі відсутнє. Разом з тим, потенціал економічно доцільного його виробництва, за оцінками Міністерства аграрної політики, становить 2,5 млрд. м³/рік. Оцінка Біоенергетичної Асоціації України (БАУ) є значно більшою – 7,8 млрд. м³/рік. Розробка нових, енергоефективних технологій дозволить знизити собівартість біометану та сприяти його використанню в Україні.

Авторами накопичено великий досвід щодо створення технологій переробки, підготовки та транспорту природного газу, його зрідження та регазифікації, гідратних технологій. Перша установка для отримання зрідженого природного газу (ЗПГ) в Україні була розроблена і побудована в Інституті газу НАН України в 60-70-х роках минулого століття за однопоточним циклом Олександра Петровича Клименко. Згодом його напрацювання стали основою для багатьох промислових технологічних циклів зрідження газу в усьому світі. На жаль, у подальші роки перспектива використання ЗПГ в Україні виглядала

слабкою, з огляду на постачання дешевого природного газу трубопровідним транспортом з Російської Федерації.

В останні роки з метою енергозбереження створені технології щодо використання тиску природного газу родовищ, газотранспортної системи та потужностей автомобільних газонаповнювальних компресорних станцій (АГНКС) для виробництва ЗПГ, електроенергії та гелієвого концентрату. Розроблено прикладні схеми зрідження природного газу на основі дросельного та детандерного циклів.

Література

1. Енергетична стратегія України на період до 2035 р. «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». – Схвал. розпорядженням КМУ від 18.08.2017 р. №605-р. – URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245234085 (дата звернення: 10.09.2021).

2. П'ятничко О.І., Жук Г.В., Гриценко А.В. та ін. Досвід утилізації звалищного газу в енергетичних установках в Україні: монографія. – Київ, Agrar Media Group, 2015. – 126 с.

3. Онопа Л.Р., Пятничко А.И., Жук Г.В., Иванов Ю.В. Использование этанового холодильного цикла и внутренней энергии части СПГ в дроссельном цикле сжижения природного газа // Технические газы. – 2018. – №3. – с.21-25.

4. Yu.Ivanov, O.Pyatnichko, H.Zhuk, L.Onopa, M.Soltanibereshne. Extraction of carbon dioxide from gas mixtures with a mines absorbing process // Energy Procedia. – 2017. – №128. –р.240–247.

5. Пятничко О.І., Жук Г.В., Онопа Л.Р. та ін. Спосіб регазифікації зрідженого природного газу з виробленням електроенергії // Пат. України 55853. – 2010. – Бюл. 24.

6. Пятничко А.И., Онопа Л.Р., Иванов Ю.В., Жук Г.В., Жукинская И.С. Использование перепадов давления на газораспределительных станциях для производства сжиженного природного газа // Технические газы. – 2014. – №6. – с. 58-65.

7. O. Pyatnichko, H. Zhuk, V. Bannov, S. Kubenko. System of Landfill Gas Collection and Utilization // International Journal of Energy for a Clean Environment. – 2013. – № 14 (2–3). – р.191–199.

8. Клименко А.П., Четверик О.И., Предун К.М. АГНКС на перепадах давления // Газовая промышленность. – 1986. – №4. – с.34.

МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРИ ПОТОКУ

ІСАЄВ В.Ф., СЕРБОВА Ю.М., ВІШНЕВСЬКА О.В., САВЧУК Б.А.

*Одеська державна академія будівництва та архітектури,
м. Одеса, Україна*

Вивчення турбулентних потоків має величезну цінність з огляду на те, що, більшість технічних пристроїв працює саме в режимі турбулентного руху. [2] Однак поняття і модель турбулентності є досить складним, неупорядковане в часі і просторі поведінку деформованих середовищ, яке не може бути відтворене або описане при різній точності завданні початкових і граничних умов. Турбулентність вважається складним рухом дисипативних середовищ і пов'язана з хаосом [1]. Основною ознакою турбулентних течій є стійкі дисипативні прояви, які в основному і є предметом досліджень. Розрахунок усереднених параметрів потоків: швидкості, тиску, густини і температури відбувається за допомогою традиційних рівнянь, що описують турбулентні течії. Ламінарний режим руху рідин передбачає перебіг за допомогою шарів. Найчастіше використовують безрозмірні параметри структури ламінарних потоків по Тейлору і Колмогорову. Таке уявлення структури потоків не дає можливості використання виявлених закономірностей при вирішенні технічних завдань.

Аналіз розподілу параметрів в потоці у вигляді полів швидкості або тиску може дозволити подолати теоретичні складності опису різних гідродинамічних і аеродинамічних явищ при вирішенні прикладних задач. За допомогою нових методів візуалізації, і сучасних методів обробки даних отримано більш глибоке розуміння цих явищ: наприклад ВІМ і інші.

Метод зображення діагностики структури потоку (ЗДСП) дозволяє отримати інформацію про структуру потоку, яка підходить для вирішення прикладних завдань. Висока інформативність ЗДСП пов'язано з використанням оптично активної рідини (ОАР - оксиду ванадію V_2O_5) при зміні поляризованого світла за значеннями оптичної щільності (інтенсивний білий або сірий) в кожній точці потоку в залежності від гідродинамічних напруг (градієнти швидкості або тиску). Спеціальні фізичні моделі з характерними перерізами проточних каналів зроблені для візуальних досліджень, в яких ОАР рухається із заданими параметрами згідно числа Рейнольдса. Процес руху реєструється як зображення і аналізується. Легкі області характеризуються позитивними градієнтами

швидкості, темні області - негативними градієнтами швидкості. Таким чином, зображення характеризуються полем миттєвих значень швидкості.

Візуальні дослідження на фізичних моделях експериментально показали, що рух рідин і газів має стійку структуру. Ламінарний режим характеризується регулярним розподілом структури в поперечному перерізі. Структури вздовж потоку (або проточних ліній) мають ідентичну поглинаючу здатність, отже, вони мають постійну швидкість. Однак в поперечному перерізі шари потоку мають гармонійну зміну поглинання, отже, зміна швидкості росту по потоку має хвильовий характер. Турбулентний режим характеризується дискретними (когерентними) оптично однорідними структурами і вихровими областями в поздовжньому розрізі потоку.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРУ І РЕКУПЕРАТОРА В СИСТЕМІ ПОВІТРЯНОГО ОПАЛЮВАННЯ

**ІСАЄВ В.Ф., ГЕРАСИМЕНКО О.А., ГРІДАСОВ А.Ю., БАРБОВ І.І.,
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна
ЛЄДЕНЬОВ О.В.
ПАТ "Вентиляційні системи Vents"**

Для опалення будинків і окремих приміщень в більшості випадків використовуються такі джерела, як нафта, вугілля, газ, електроенергія, але в нинішніх реаліях доводиться шукати більш дешеві альтернативні методи. На ціноутворення безпосередньо впливає запас енергетичних ресурсів на території держави, вартість у інших країнах, що призводить до необхідності шукати інші методи опалення. Зокрема, опалення від сонця.

Опалення від сонця - це найбільш доступний і безпечний спосіб обігріву житла сонячною енергією, активно застосовується в багатьох країнах світу. Основні витрати припадають на придбання і установку сонячної системи опалення, а ось отримання тепла від сонця - абсолютно безкоштовне. Установка повітряних сонячних нагрівачів (колекторів) дає можливість опалювати приміщення теплим повітрям, а грамотно встановлена система економить кошти на експлуатації інших теплоносіїв.

Нами розроблена схема системи повітряного опалення, яка повинна в першу чергу відповідати чинним державним будівельним і санітарним нормам України [1,2], і виконувати властивості вентиляційної системи для подачі свіжого повітря, і видаляти відпрацьоване повітря з приміщення. А також виключити, обмерзання теплообмінника у вентиляційній системі, для збільшення ефективності роботи рекуператора. Що в свою чергу зменшить енерговитрати на відтавання теплообмінника.

Дана схема може зменшити витрату електроенергії на первинний догрів повітря (нагрівання спрямований на підігрів припливного повітря до рекуператора щоб уникнути обмороження теплообмінника), а також зменшити роботу вторинного калорифера спрямованого на нагрів повітря після теплообмінника. Схема представлена на рис.1

Опис роботи за запропонованою схемою, яка відбувається в два етапи.

1 етап: Забір зовнішнього повітря здійснюється через вентиляційну решітку 1, після чого слід по повітроводу через регулюючу заслінку 2, потрапляє у вентиляційну установку 3, потім проходить через теплообмінник 4, після чого

потрапляє в приміщення через вентиляційну решітку 5, в свою чергу відпрацьоване повітря з приміщення забирається через витяжну частину 6, проходить через теплообмінник 4, далі по повітряному каналу через регулюючу заслінку 7, і вентиляційну решітку 8 викидається на вулицю.

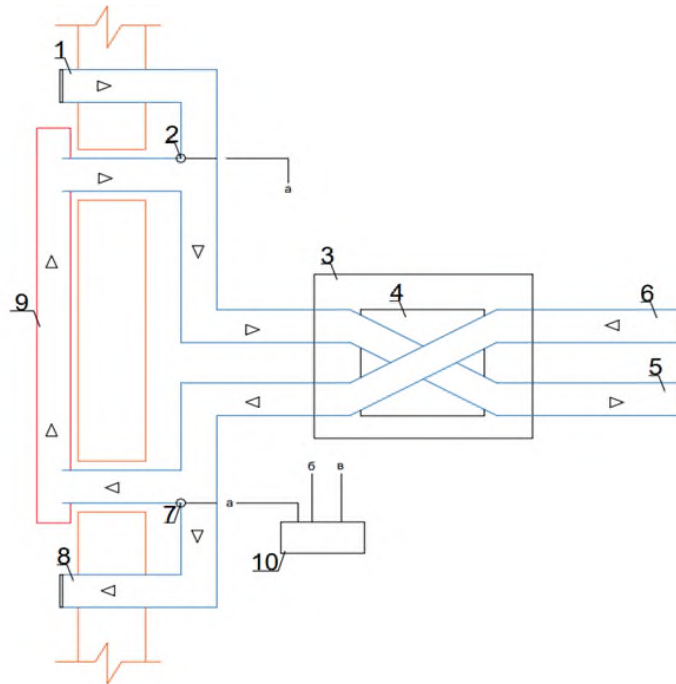


Рис 1. Схема запропонованої системи повітряного опалення при спільній роботі вентиляційної установки з рекуператором і повітряним сонячним колектором. Де: 1 і 8 – вентиляційна решітка, 2 і 7- регулююча заслінка, 3 – припливно-витяжна установка, 4 – теплообмінник, 5 і 6 – анемостати, 9 – повітряний сонячний колектор, 10 – датчик індикатор контролю CO₂.

2 етап: Після того як необхідна кількість свіжого повітря забезпечено, відбувається сигнал з датчика вуглекислого газу 10, після чого регулююча заслінки 2 і 7 закривають прохід повітря з вулиці, система починає виконувати роль повітряного опалення на 100% рециркуляції проходячи через повітряний сонячний колектор 9, і потрапляючи назад через теплообмінник 4 назад в приміщення. При цьому датчик вуглекислого газу 10 який знаходиться в приміщенні і при необхідності відкриває і чи закриває регулюють заслінки для подачі свіжого повітря.

Дана схема може зменшити витрату електроенергії на первинний догрів повітря (нагрівання спрямований на підігрів припливного повітря до рекуператора щоб уникнути обмороження теплообмінника), а також зменшити роботу вторинного калорифера спрямованого на нагрів повітря після теплообмінника.

ВПЛИВ ЗМІНИ ІОНІЗАЦІЇ ПОВІТРЯ НА ЗМІНУ КОНЦЕНТРАЦІЇ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ ПРИ ЗАГАЛЬНООБМІННІЙ ВЕНТИЛЯЦІЇ

ІСАЄВ В.Ф., КІОСАК В.А., ГРІДАСОВ А.Ю., ВАСИЛЕНКО Л.А.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна

ПАНОВ В.Г.

УкрОборонпром ДП «НДІ ШТОРМ», м. Одеса, Україна

При обробці повітря в припливних системах вентиляції важливо підтримувати такі параметри повітря, як температура, відносна вологість, чистота та ін.

Але не варто забувати, що при очищенні та створенні того ж стерильного повітря зі зміненою природною іонізацією так само погано, як дихати пилом.

Свіже (іонізоване) повітря продукт швидкопсувний - без природних факторів його іонізація швидко зникає (змінюється). При механічній обробці повітря – проходження його через повітропроводи/вентилятори/фільтри – іонізація змінюється безпосередньо в процесі його транспортування. Повітря або деіонізується зовсім, або втрачає легкі іони - стає "мертвим" повітрям, яким не корисно дихати.

Деіонізація повітря відбувається в системах повітряного опалення, системах повітряного охолодження (кондиціонування), системах рекуперації (коли витяжне повітря обмінюється з припливним теплом), коли ці системи комбінуються в будь-яких поєднаннях. У таких приміщеннях (будівлях, спорудах) обов'язково є проблеми з іонізацією повітря. Для дотримання безпеки здоров'я людей контролю іонізації є нормативний документ [1].

Раніше у своїх роботах [2,3,4] ми говорили про те, що якість повітря, яким ми дихаємо, безпосередньо впливає на наше здоров'я, самопочуття та працездатність! Незважаючи на думку про забруднення зовнішнього повітря, якість повітря всередині приміщення в середньому в 10 разів гірше, ніж зовні. Технологічні процеси, робота електроприладів, емісія шкідливих речовин з меблів та будівельних матеріалів, а також дихання забруднює повітря усередині приміщення. Але без спеціальних приладів люди не в змозі визначити, коли забруднення повітря досягає високих і небезпечних для здоров'я значень. Саме тому важливо, щоб рівень вентиляції регулювався автоматично відповідно до реальних потреб.

Виходячи з перерахованого вище було прийнято рішення провести ряд експериментів, що стосуються зміни іонізації повітря всередині приміщення після проходження вентилязованого повітря через фільтр в системі вентиляції,

та на вулиці для виявлення зміни іонізаційного складу повітря вентиляційним обладнанням. Результати вимірів зведені в таблиці нижче.

№	Концентрація іонів усередині приміщення, іонів/см ³		Концентрація іонів повітря зовні, іонів/см ³	
	Позитивно заряджені	Негативно заряджені	Позитивно заряджені	Негативно заряджені
1	250	120	250	340
2	220	140	280	400
3	300	110	210	380
4	220	120	240	420
5	240	130	250	400

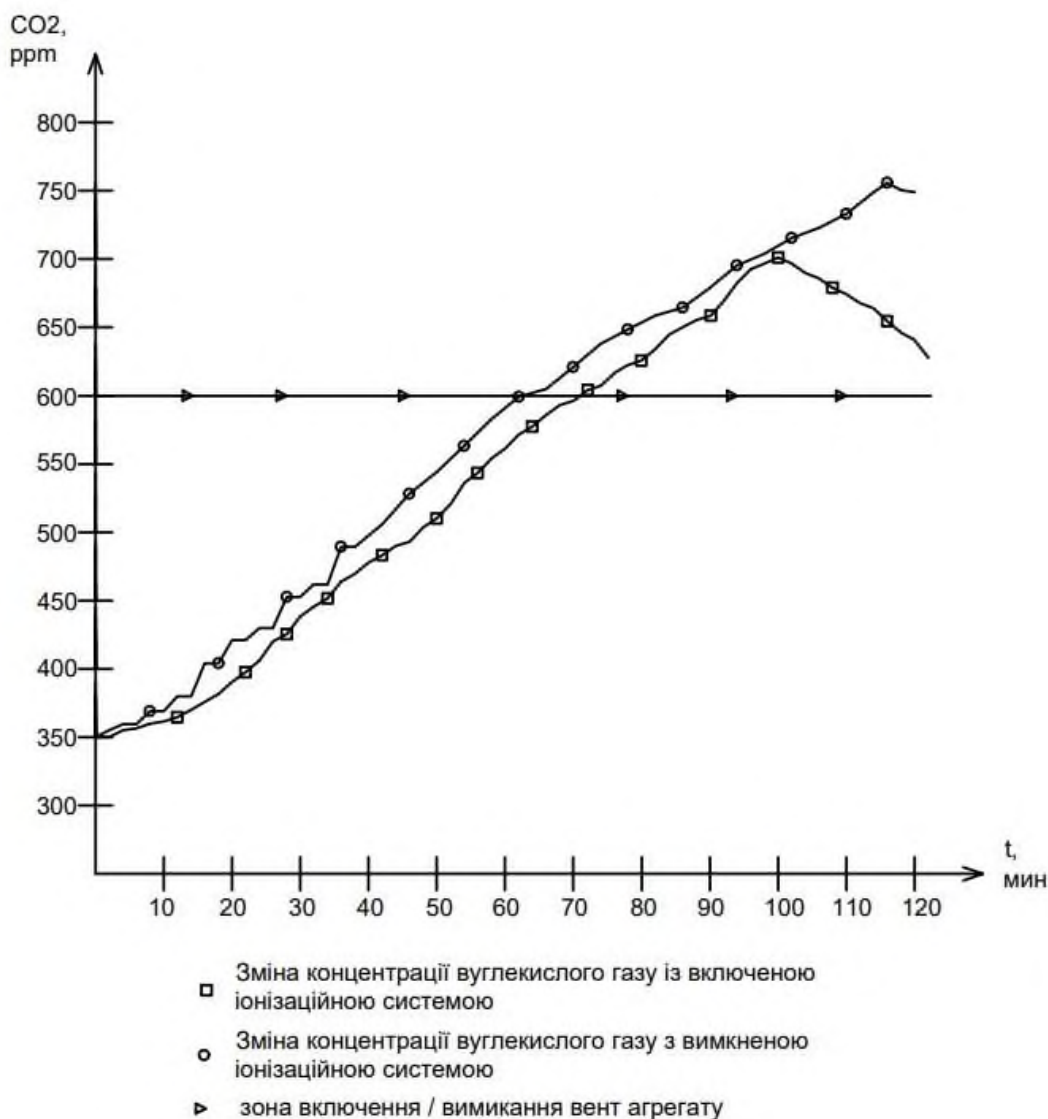
Заміри проводилися протягом години, внаслідок чого виводилася усереднене значення концентрації іонів, а експеримент проводився протягом 5 днів, для отримання об'єктивної картини, щоб уникнути грубих помилок похибки приладу.

Після проведення експерименту про реальну зміну іонізуючого складу повітря системою вентиляції було прийнято рішення. Впровадити в існуючу адаптивну систему припливно-витяжної вентиляції іонізуючі пристрої до анемостатів припливної частини повітроводу [4]. І перевірити спільну роботу іонізаторів та датчика-контролю вуглекислого газу.

Опис експерименту:

У виставковому центрі Інституту гідротехнічного будівництва і громадянській інженерії, що вентилюється при автоматизації датчиком вуглекислого газу. Були проведені виміри зміни концентрації вуглекислого газу протягом академічної пари-120 хв. На першій парі установка працювала у штатному режимі процес включення вентиляційного агрегату проводився автоматично, при досягненні концентрації CO₂ – 600 ppm. На другій парі були включені вбудовані іонізатори повітря у міцні анемостати. Задана концентрація іонізація повітря становила 7000-8000 іонів/см³ (повітря гірських курортів). При замірах були одні й ті самі люди в однаковій кількості, температура всередині приміщення – 22С, вологість повітря 55%. Виміри з датчиків CO₂ знімалися кожні 2хв.

Зміни концентрації вуглекислого газу представлені нижче у вигляді графіка, на якому видно що при роботі іонізуючого пристрою іде зніжений ріст концентрації вуглекислого газу. Це може бути визвано, зменшеною частотою дихання людини яка дихає чистим повітрям.



Графік - порівняння зміни вуглекислого газу з іонізацією повітря

1. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. N 42 від 01.12.99 м. Київ.
2. Підвищення якості повітря при сукупній роботі припливно-витяжної установки і системи іонізації повітря/ Исаев В.Ф., Грідасов А.Ю. матеріали всеукраїнської IV науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених. – Одеса, ОДАБА 15 грудня 2021 р.
3. Оптимизация применения датчика-индикатора CO₂ при автоматизации и управлении вентсистемами. /Грідасов А.Ю., Исаев В.Ф., Сербова Ю.М.,Семенов С.В. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ МІСТО. XXI СТОЛІТТЯ» 15 - 16 жовтня 2020 р.,с.104
4. Патент на корисну модель №139631 Фотоіонізаційний знезаражувач повітря для механічних систем загальнообмінної вентиляції і кондиціонування повітря./ Исаев В.Ф. Панов В.Г., Бурдика Л.Ф., Грідасов А.Ю., Мещеряков В.І. Київ 10.01.2020 р.

ЗМЕНШЕННЯ ОБМЕЖЕНЬ ПОТУЖНОСТІ КОТЛІВ – АКТУАЛЬНА ПРОБЛЕМА ЕНЕРГЕТИКИ

КОВАЛЬЧУК Ю.Г., ГРИГОРУК І.А.

Академія енергетики України

Обладнання систем тепlopостачання працює досить надійно, але перебувають в експлуатації вже понад 50 років. Котельні установки відпрацювали свій ресурс і тому застаріли не лише фізично, а й морально. Важливою ознакою незадовільних параметрів роботи систем опалення є масовий характер обмежень потужності котлів по тязі або дуттю [1].

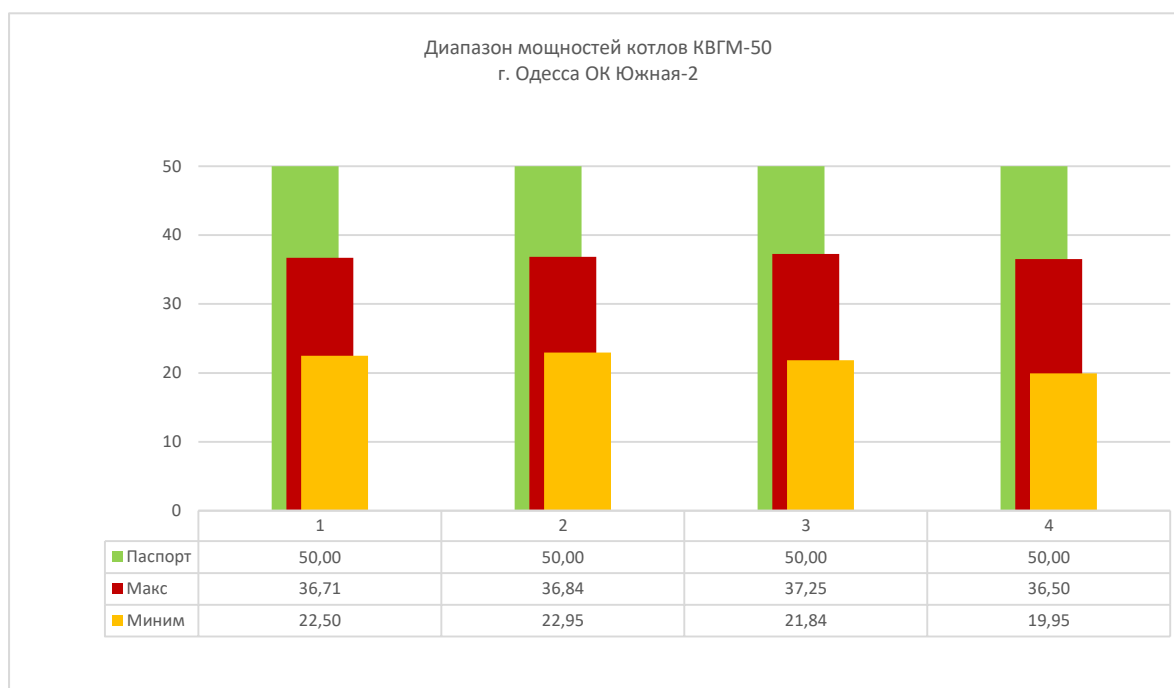


Рис. 1 Аналіз даних режимних карт котлів КВГМ-50

Головними параметрами роботи котлів, які вимагають якісного регулювання, є два фактори: дуттьові вентилятори повинні забезпечити коефіцієнт надлишку повітря на вході в котел $\alpha = 1,02 - 1,05$; димососи повинні забезпечувати розрядження у верхній частині топки в діапазоні 3 - 5 мм. Більшість котлів працюють з навантаженням на 20 -50% менше від номінального. При цьому, головною проблемою є те, що вентилятори або димососи не забезпечують продуктивність іноді до 50% від необхідної. Необхідно відзначити – проблема невідповідності параметрів аеросистем існує також і США, яку називають «системний ефект» [2].

Все це свідчить про те, що методичне забезпечення проектування аеросистем та вибору вентиляторів та димососів потребує аналізу та перегляду. У системах теплопостачання найпоширенішими є два типи котлів КВГМ та ПТВМ. Аналіз режимних карт котельних установок КВГМ-58 показав – через недостатню продуктивність вентиляторів вони забезпечують менше 75% номінальної потужності. Один вентилятор ВДн-15 подає повітря на два пальники. Спроби вивести котли на номінальну потужність за існуючими правилами проектування збільшують питомі витрати енергії на привід більш ніж у 2,5 рази зі збільшенням подачі вентиляторів лише на 30%. На котлах ПТВМ-58 встановлено 12 вентиляторів ВЦ-14, які забезпечують повітрям 12 пальників для якіснішого регулювання. Проте, обмеження потужності з дуття становлять понад 30%.

Проблема обмежень потужності погіршує якість забезпечення теплопостачання, суттєво знижує діапазон якісного регулювання параметрів теплоносія, збільшує витрати на обслуговування системи. Це призводить до масового переходу споживачів тепла використання дахових котельнь чи індивідуальних котлів. Дахові котельні можна назвати – системи з не виправданим надлишком потужностей котлів, що доводиться оплачувати споживачам тепла. А поділ системи централізованого теплопостачання ще більше призводить до погіршення її маневреності та економічності.

Вже розроблено та впроваджено нові методи проектування аеросистем, які дозволяють суттєво підвищити продуктивність дуттьових та тягових трактів котельних установок з одночасним зниженням питомих витрат на тягу та дуття більш ніж у 2 рази [3].

Література

1. Положення про узгодження та затвердження обмежень потужності теплових електростанцій. РД153-34.1-09.312-99"
2. Improving Fan System Performance a sourcebook for industry / U.S. Department of Energy // https://www.nrel.gov/docs/fy_03osti/29166.pdf
3. Методичні вказівки «Реконструкція та вдосконалення обладнання теплогазопостачання та вентиляції» / Сербова Ю.М., Арсірій В.А.; Одеська державна академія будівництва і архітектури. – Одеса, 2019. – 35 с.

ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ М. ОДЕСИ НА ОСНОВІ ПАРОКОМПРЕСІЙНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ТЕПЛОТИ МОРСЬКОЇ ВОДИ

ПЕТРАШ В.Д., МАКАРОВ В.О., ГЕРАСКИНА Е.А., ГОЛУБЕНКО А.В.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна

Першочергова проблема взаємопов'язаних процесів виробництва, перетворення і споживання енергії спалюваного органічного палива без погіршення стану навколишнього середовища є дуже сучасною, перш за все для Південного регіону України. Крім того, актуальним завданням є знезараження твердих побутових відходів комунального господарства і промислового виробництва. Сучасний рівень енергоекологічних вимог фактично поставили людство перед необхідністю переходу до "безвідходного" виробництва енергії з широкомасштабною інтеграцією її вироблення на основі відновлюваної та вторинної енергією для використання генерується теплоти в промисловому і комунально-побутовому секторах. Ситуація, що склалася призводить до забруднення навколишнього середовища і ґрунтових вод з виділенням в атмосферу шкідливих речовин, що неприпустимо для умов міста Одеси з перспективою подальшого розвитку санаторно-курортного напрямку з використанням природних можливостей.

Основною умовою енергоефективної роботи всіх парокompрессионних теплонасосних установок є термoeкономiчно обґрунтоване зниження різниці температур між низькопотенційним джерелом і системою абонентського теплоспоживання, при якому на 1 кВт приводний потужності компресора додатково виробляється (3-6 кВт) теплової енергії.

Постановка задачі, мета роботи. В напрямку вирішення актуальної проблеми підвищення енергоекологічної ефективності теплопостачання першочерговою задачею в цій роботі є обґрунтування регіональних вихідних параметрів та наступне аналітичне дослідження з пошуку енергоефективних теплотехнологічних режимів роботи запропонованих систем теплопостачання будівель м. Одеси на основі парокompрессионної трансформації енергії наявного температурного потенціалу морської води.

Структурно-функціональний устрій підсистем енергопостачання поєднує контур теплового насоса парокompрессионного типу та систему низькотемпературного панельно-променевого опалення з підсистемою гарячого водопостачання. Тепловий насос включає замкнутий трубопровідний контур з низькотемпературним робочим тілом, який послідовно об'єднує випарник,

компресор, конденсатор та дросельний вентиль. Система гарячого водопостачання з послідовним нагріванням холодної води в теплообмінниках Т1, Т2 та в ДДЕ забезпечує необхідну її температуру згідно встановлених вимог.

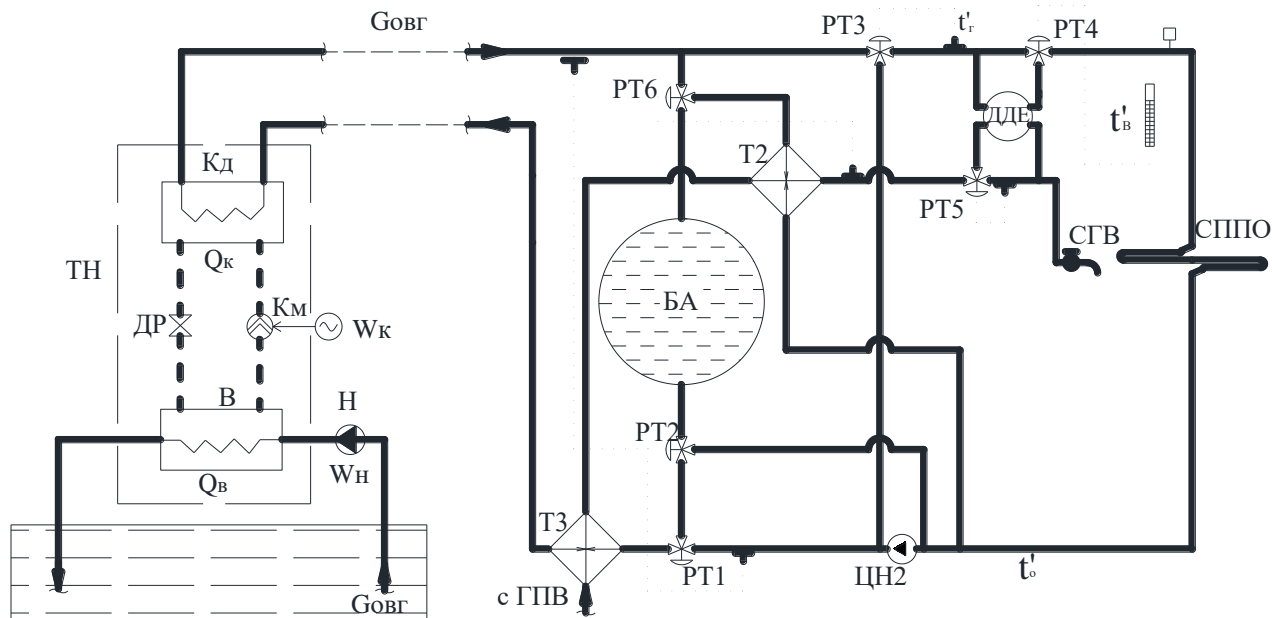


Рис. 1 Принципова схема низькотемпературного теплопостачання на основі енергії морської води. Умовні позначення: ТН-тепловий насос; В-випарник; Кд-конденсатор; Т1-теплообмінник; БА - бак-акумулятор; Км - компресор; ДВ - дросельний вентиль; Н-насос; СППО - система панельно-променевого опалення; ЦН - циркуляційний насос; ДДЕ - додаткове джерело теплової енергії; РТ - температурні регулятори витрати теплоносія; ГПВ – господарсько – питний водопровід.

Ефективність парокомпресійної трансформації енергетичних потоків в теплонасосній системі додатково враховує її залежність від змінної температури зовнішнього повітря в такому вигляді

$$\varphi = \left(1 - \bar{G} \frac{(t_{e,ex} - t_{e;aux})}{(t_e - t_o) \cdot \left(\frac{t_e - t'_n}{t_e - t_n} \right)^{0,5}} \right)^{-1}, \quad (1)$$

де \bar{G} - співвідношення водяних еквівалентів витрат морської води G_e та енергоносія в системі опалення G_{ovz} за умов $c_e \approx c_z$; t_o , t_o – початкова і кінцева розрахункові температури енергоносія в системі тепlopостачання, °C; t_b – розрахункова температура внутрішнього повітря в приміщеннях будівлі, °C; t_n , t'_n – розрахункова і поточна температури зовнішнього повітря, °C.

На основі встановлених складових затрат енергії для роботи компресора та забезпечення насосної циркуляції морської води залежність загальної питомої витрати енергії в роботі аналізованої системи тепlopостачання потужністю $Q_k = Q_{ovz}$ визначається наступним співвідношенням

$$\bar{w}_{on} = \frac{W_k + W_n}{Q_k} \quad (2)$$

де W_n – додаткова потужність приводу насоса в роботі системи тепlopостачання; W_k – витрати енергії на привід компресора.

На рис.2 представлена графічна інтерпретація зміни загальної питомої витрати зовнішньої привідної енергії \bar{w}_{on} від температури зовнішнього повітря t'_n , на протязі опалювального періоду згідно залежності (2).

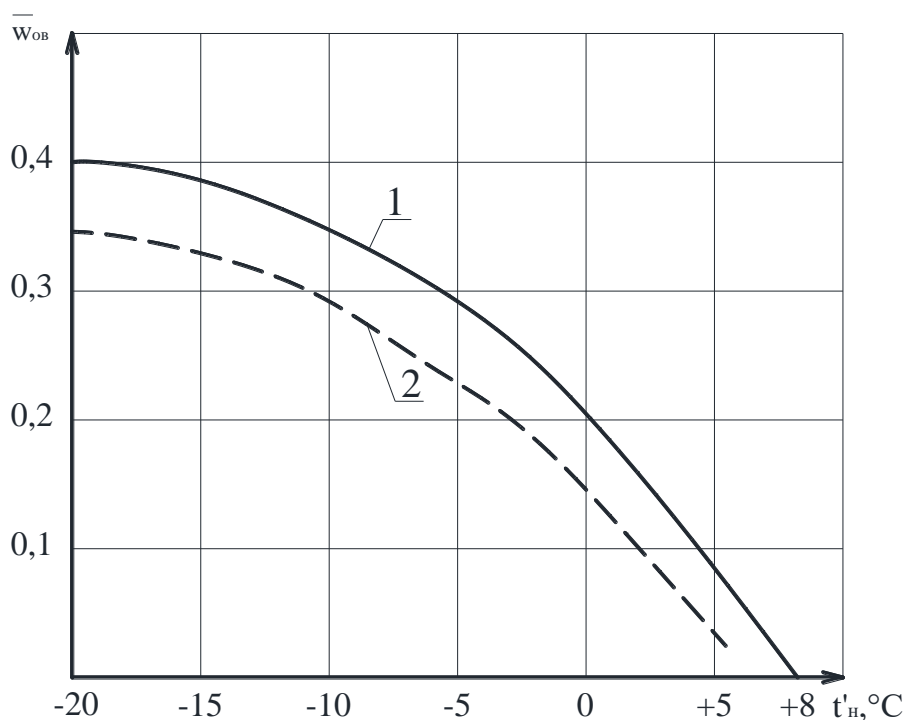


Рис. 2 Залежність загальної питомої витрати енергії на привід компресора та роботу насоса від температури зовнішнього повітря.

Умовні позначення: 1- $\bar{G}=1,5$ и $t_{b,ex}=5,0$ °C; 2- $\bar{G}=1,0$ и $t_{b,ex}=7,5$ °C.

З аналізу графічних залежностей на рис.2 слідує, що робота аналізованої системи теплопостачання навіть в умовах характерного граничного "моноенергетичного" режиму при температурі зовнішнього повітря $t_n = -10$ °C з реальним співвідношенням водних еквівалентів $\bar{G} = 1,0 \div 1,5$ характеризується задовільними загальними питомими витратами ($\bar{w} = 0,28 - 0,34$) зовнішньої енергії, необхідної для приводу компресора та роботи циркуляційного насоса для переміщення охолоджуваної води.

Висновки. 1. Обґрунтовано умови високої енергетичної ефективності роботи теплонасосної системи теплопостачання, за яких дійсний коефіцієнт перетворення перевищує сезонне нормоване розрахункове та мінімальне значення при граничній температурі зовнішнього повітря $t_n = -10$ °C (відповідно $\varphi_p = 3,8$ та $\varphi_{min} = 4,2$), як для нових, так і реконструйованих будівель. Зазначені результати суттєво перевищують аналогічні показники систем теплопостачання м. Стокгольм. 2. Загальні питомі витрати зовнішньої енергії на привід компресора та циркуляцію охолоджуваної води в роботі теплонасосної установки з характерним співвідношенням водних еквівалентів $\bar{G} = 1,0 \div 1,5$ навіть в умовах граничного "моноенергетичного" режиму експлуатації системи теплопостачання при $t_n = -10$ °C знаходяться в межах загальноприйнятих показників ($\bar{w} = 0,34 - 0,28$) в розрахунку на одиницю генерованої теплоти.

МЕТОДИ СКОРОЧЕННЯ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН З СУДЕН В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ

СОРОКА М.С., ЛЕОНОВ В.Є

Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна

Вступ. Не є секретом, що морський та річний транспорт займає друге місце – після автотранспорту – за внеском у забруднення повітряного басейну. Під час нормальної експлуатації судна наступні речовини можуть стати джерелами забруднення: озоноруйнівні сполуки з рефрижераторів, газові викиди з головного двигуна і допоміжних установок, пари вуглеводнів при завантаженні-вивантаженні нафтовмісних вантажів та бункеру.

Мета статті полягає у аналізі впливу судноплавства на глобальне забруднення атмосфери та визначенні найефективніших способів задля мінімізації шкоди навколишньому середовищу.

У результаті використання вуглеводного палива в СЕУ (судновій енергетичній установці) утворюються більш 250 найменувань токсикантів, основними з яких є оксиди азоту (N_xO_y), сірки (S_xO_y) і вуглецю (CO), вуглеводороди й сажа.

У судноплавстві використовуються наступні види палива:

1. важке паливо – мазути ((Residual або Intermediate Fuel Oil (IFO));
2. легке паливо – дистилати (Distillate або Marine Diesel Oil (MDO) та Marine Gas Oil (MGO))

Основним методом попередження, скорочення і утримання під контролем забруднення повітряного середовища оксидами сірки, їх негативної дії на здоров'я людини і довкілля є введення вимог до якості палива та вмісту S_xO_y .

Саме для цієї мети було введено район контролю за викидами сірки (Sulfur Emission Control Area - SECA), в яких вимоги до концентрації токсичних речовин у відпрацьованих газах значно посилені, і кількість таких районів росте з кожним роком. Актуальні правила регламентовані додатком VI конвенції МАРПОЛ (Міжнародна конвенція по запобіганню забрудненню з суден 1973 року, змінена Протоколом 1978 року до неї), прийнятою Міжнародною морською організацією (ІМО). МАРПОЛ-73 розглядається як один із найважливіших міжнародних договорів, що стосуються попередження забруднення моря з суден.

Перше обмеження вмісту сірки у паливі (3,5%) конвенцією МАРПОЛ у районі SECA (Балтійське море, Північне море, район Північної Америки, район Карибського моря) було введено 19 травня 2006 року. Але через збільшення

масштабу судноплавства і кількості суден виникла необхідність знизити це число до 1%, зміни набули силу 1 липня 2010 року. З 1 січня 2015 року максимальний зміст S_xO_y у паливі – 0,1%. Інформація наведена у рис.1. [1]

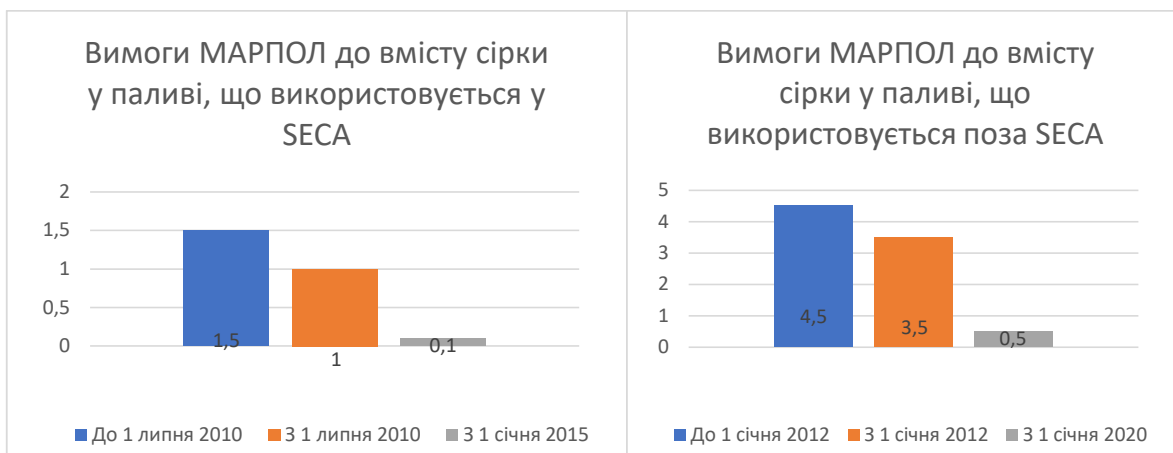


Рис.1. Вимоги МАРПОЛ до вмісту сірки у паливі, що використовується у й поза SECA району

Розрахункові дослідження впливу змісту сірчистих сполук у судновому паливі на зміну абсолютного збитку, що наноситься повітряному басейну при експлуатації суден (Annex 6, MARPOL 73/78), проведені згідно методичних рекомендацій поданих у роботі [2]. На рисунку 2 приведена залежність абсолютного збитку, що наноситься повітряному басейну від концентрації меркаптанів в судновому паливі.

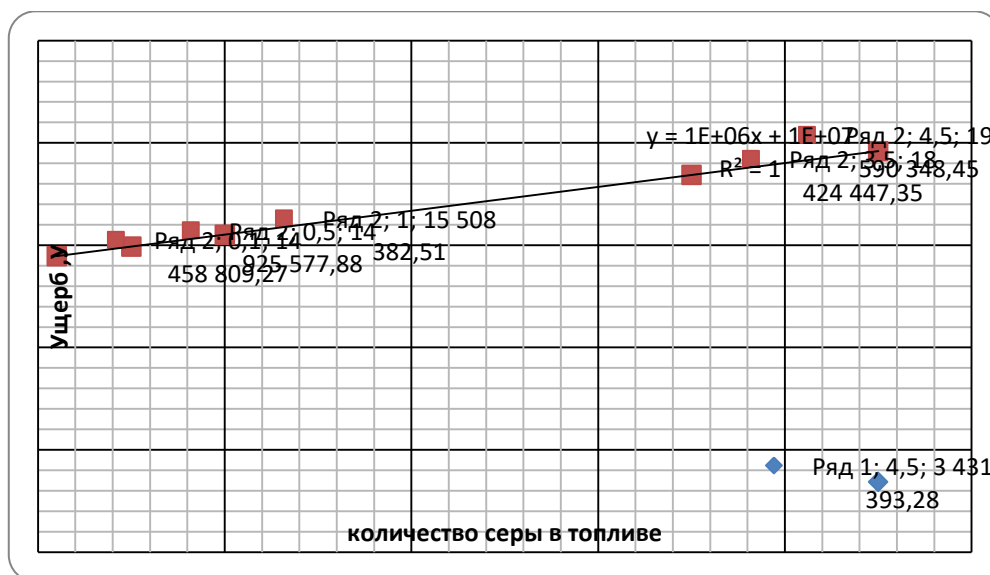


Рис.2. Залежність абсолютного збитку (грн. / рік) від змісту сірчистих сполук (у перерахунку на метилмеркаптан) у дизельному паливі, % мас

Табл.1. Абсолютний збиток атмосфері від палива з різним вмістом сірки

МК, % масс.	0,1	0,5	1	3,5	4,5
У, грн./год	14 458 809,27	14 925 577,88	15 508 382,51	18 424 447,35	19 590 348,45
У _{4,5к}					3 431 393,28

**Оцінка економічної ефективності доцільного переходу з високосірчистого
на низькосірчисте дизельне паливо**

МЕТОДИКА	ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ
1. Дата	1. 16.11.2021
2. Регіон	2. Порт (port «Rotterdam»)
3. Ціна на паливо: ДП _{3,5%} і ДП _{0,1%}	3. ДП _{3,5%} = 440 \$/м.т ДП _{0,1%} = 682 \$/ м.т (рис.3) [3]
4. Визначаємо максимальну температуру повітря в 13 ⁰⁰ найбільш жаркого місяця року цього регіону.	4. 23° С (рис.4)
5. Значення абсолютних збитків (У _i) визначаємо по формулі: $Y = \gamma \cdot \sigma \cdot f \cdot \Sigma M$	5. $Y_{3,5\%} = 48 \cdot 4 \cdot 0,385 \cdot 266557,398 =$ 703 922,86 грн./рік $Y_{0,1\%} = 48 \cdot 4 \cdot 0,385 \cdot 209 184,16 =$ 15 462 893,107 грн./рік
6. Визначаємо відвернений збиток $\Pi^{0,1\%}/_{3,5\%}$ при заміні високосірчистого палива на низькосірчисте $\Pi = Y_{3,5\%} - Y_{0,1\%}$	6. $\Pi = 19 703 922,86 -$ $15 462 893,107 =$ = 4 241 029,75 грн./рік
7. Визначаємо різницю вартості для палива: $\Pi_{дт} = \Pi_{0,1\%} - \Pi_{3,5\%}$	7. $\Pi_{дт} = 682 - 440 = 278,5$ \$/ум. тон 1\$ = 26,41 за курсом НБУ $\Pi_{дт} = 278,5 \cdot 26,41 = 7355,18$ грн./ум.тон
8. Визначаємо матеріальні витрати на витрату палива: $M_3 = Q \cdot (\Pi_{0,1\%} - \Pi_{3,5\%})$	8. $M_3 = 55500 \cdot 7355,18 =$ 408 212 490 грн/рік
9. Розраховуємо η , якщо $M_3 > \Pi$, то $\eta = M_3 / \Pi$, а якщо $M_3 < \Pi$, то $\eta = \Pi / M_3$	9. $\eta = M_3 / \Pi = 408 212 490$ грн/рік/ / 4 241 029,75 грн/рік = 96,25 разів

Згідно з теоретично обґрунтованими даними, можна констатувати, що з позиції економіки рейсу і збитку повітряному басейну перехід з високосірчистого на низькосірчисте паливо недоцільний: в **96,25** разів витрати на низькосірчисте паливо вище чим відвернений збиток.

Висновки

1. Освоєна методика визначення абсолютного і відверненого збитків від відпрацьованих газів СЕУ при роботі на різних видах палив.

2. Визначений абсолютний збиток від дії токсикантов відпрацьованих газів СЕУ повітряному басейну на різних видах палива.

3. Визначена величина відверненого збитку від відпрацьованих газів СЕУ при роботі на різних видах палив.

$P_k = Y_{4,5\%} - Y_k = 19\,590\,348,45 - 3\,431\,393,28 = 16\,158\,955,17$ грн./рік, де Y_k - абсолютний збиток після каталітичного нейтралізатора

$$P = Y_{4,5\%} - Y_{3,5\%} = 19\,590\,348,45 - 18\,424\,447,35 = 1\,165\,901,10 \text{ грн./рік}$$

$$P = Y_{4,5\%} - Y_{1,0\%} = 19\,590\,348,45 - 15\,508\,382,52 = 4\,081\,965,93 \text{ грн./рік}$$

$$P = Y_{4,5\%} - Y_{0,1\%} = 19\,590\,348,45 - 14\,925\,577,88 = 4\,664\,770,568 \text{ грн./рік}$$

$$P = Y_{4,5\%} - Y_{0,1\%} = 19\,590\,348,45 - 14\,458\,809,27 = 5\,131\,539,17 \text{ грн./рік}$$

4. Визначена величина питомого збитку повітряному басейну при роботі СЕУ на різних видах палива.

$$P_{\text{ПИТ.К}} = 16\,158\,955,17 / 55\,500 = 291,15 \text{ грн./т}$$

$$P_{\text{ПИТ.}} = P/Q = 1\,165\,901,10 / 55\,500 = 21,00 \text{ грн./т}$$

$$P_{\text{ПИТ.}} = P/Q = 4\,081\,965,93 / 55\,500 = 73,55 \text{ грн./т}$$

$$P_{\text{ПИТ.}} = P/Q = 4\,664\,770,568 / 55\,500 = 84,05 \text{ грн./т}$$

$$P_{\text{ПИТ.}} = P/Q = 5\,131\,539,17 / 55\,500 = 92,46 \text{ грн.}$$

5. Розроблені технічні рекомендації по зниженню збитку повітряному басейну від відпрацьованих газів СЕУ при роботі на різних видах палив.

6. При переході з палива зі змістом сірки (4,5%S) → на паливо - (3,5%S) → паливо - (1%S) → паливо - (0,5%S) → паливо - (0,1%S) збиток повітряному басейну зменшується, а при використанні каталітичного нейтралізатора збиток показав найменший результат, означає цей захід відвертання забруднення повітряного басейну є ефективнішим. [4]



Рис.3.Ціни на низькосірчисте і високосірчисте палива за станом на 11 листопада 2021 року.

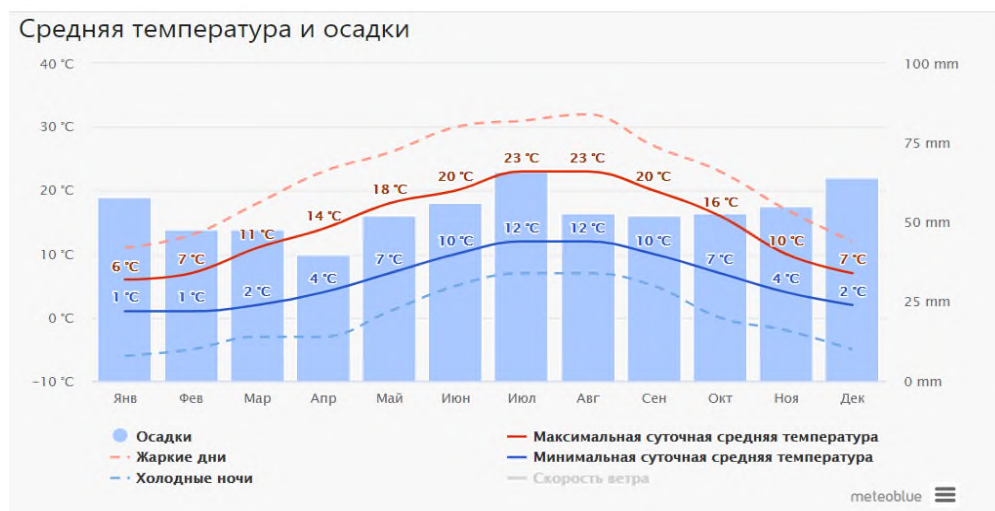


Рис.4. Середня температура в Роттердам (Нідерланди)

Література

1. Международная Конвенция по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ73/78), Книги I и II, - СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2017 г. - 824 с.
2. Леонов В. Є., Пустова С. М. Методичні рекомендації для проведення практичних занять з дисципліни: «Екологія та охорона навколишнього середовища» – Херсон: ВЦ ХДМА, 2018 – 104 с.: рос. мовою.
3. Ship and bunker. Com prices: офіційний сайт. Режим доступу до ресурсу: <https://shipandbunker.com/> (дата звернення 17.11.2021)
4. Леонов В.Е., Соляков О.В., Химич П.Г., Ходаковский В.Ф. Обеспечение экологической безопасности судоходства. Монография/ Под редакцией д.т.н., профессора В.Е. Леонова. – Херсон: Издательство Херсонского государственного морского института, 2019. – 197 с.: рос. мовою.

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

ФОЩ А.В.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна

На сьогодні дуже актуальним залишаються питання енергоефективності та енергозбереження в житлово-комунальному секторі. Теплозабезпечення житлово-комунального господарства здійснюється в основному за допомогою використання центральних теплових пунктів (ЦТП), від яких по трубопроводах здійснюється подача теплоти до будівель. Відсутність ефективного регулювання споживання теплової енергії в останніх призводить до її значних втрат. Одним із напрямків вирішення цього питання є модернізація ЦТП та впровадження сучасних автоматизованих індивідуальних теплових пунктів (ІТП), розташованих безпосередньо в опалювальній будівлі, для ефективного регулювання теплопостачання.

Індивідуальний тепловий пункт – найважливіша складова систем теплопостачання будівель. Від його характеристик багато в чому залежить регулювання систем опалення та гарячого водопостачання, а також ефективність використання теплової енергії.

Індивідуальні теплові пункти мають ряд переваг перед центральними:

- зменшення теплових втрат при транспортуванні теплоносія від джерела теплопостачання;
- можливість пофасадного регулювання;
- простота в обслуговуванні та надійність функціонування;
- відпуск теплоти в залежності від температури навколишнього повітря;
- економія електроенергії за рахунок використання сучасного насосного обладнання з частотним регулюванням електроприводу;
- здійснення обліку спожитої будівлею теплової енергії і т. д.

Індивідуальні теплові пункти різняться між собою по приєднаній потужності, за кількістю контурів систем теплоспоживання. Зазвичай це системи опалення, гарячого водопостачання або вентиляції будинку. За схемами приєднання контурів опалення поділяється на два типи – залежна де циркуляція теплоносія в системі підтримується циркуляційним насосом і незалежна з використанням теплообмінника.

Перевагою незалежної схеми є те, що опалювальний контур не залежить від гідравлічних режимів централізованої мережі. Також система опалення не страждає від невідповідності якості теплоносія на вході, що надходить із зовнішньої мережі, а також від перепадів тиску в ній.

Автоматизовані ІТП в поєднанні з індивідуальним автоматичним регулюванням тепловіддачі опалювальних приладів дозволяють повністю здійснити в будівлях заходи щодо економії тепла, води, електроенергії на перекачку, а також отримати зниження витрат на прокладку трубопроводів систем тепловодопостачання (особливо при 2-зонному водопостачанні). Перехід від ЦТП до ІТП можливий не тільки на стадії будівництва, а й при модернізації теплопунктів.

***ВОДОПОСТАЧАННЯ, ВОДОВІДВЕДЕННЯ,
РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНА
ВОДНИХ РЕСУРСІВ***

***ГІДРОТЕХНІЧНЕ БУДІВНИЦТВО, ВОДНА
ІНЖЕНЕРІЯ ТА ВОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ***

ЕКОЛОГІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД В БАСЕЙНІ РІЧКИ САРАТА ДЛЯ СИСТЕМ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

БЛАЖКО А.П., БААДЖИ В.Г.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна

При зрошенні сільськогосподарських культур останніми роками в Україні все більше застосування знаходить один із прогресивних, ресурсо-енергозберігаючих, екологічно безпечних способів поливу – краплинне зрошення. З 1997 р. в Україні розпочався новий етап застосування технологій краплинного зрошення в овочівництві відкритого ґрунту. Важливою особливістю систем краплинного зрошення є високі вимоги до якості поливної води.

Аналіз літературних джерел за темою дослідження показав, що результати багаторічних досліджень на демонстраційних полях ТОВ «Етнограй» Білозерського району Херсонської області щодо особливостей та перспектив впровадження краплинного зрошення, викладено у працях вчених Інституту водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України.

Досліджуваний водний об'єкт належить до басейну Причорномор'я, довжина річки – 119 км, площа водозбору 1250 км², протікає по Причорноморській низовині в межах Молдови, Саратського і Татарбунарського районів Одещини, впадає в Сасикське водосховище поблизу села Зарічне. В роботі використані результати гідрохімічних досліджень поверхневих вод в басейні р. Сарата на контрольному гідрохімічному посту біля с. Білолісся Татарбунарського району Одеської області за період 2006...2020 рр.

Агрономічні критерії придатності води для систем краплинного зрошення встановлюють ДСТУ 7591:2014 «Зрошення. Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії» та ДСТУ 2730:2015 «Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії». Під час оцінювання якості зрошувальної води виділяють три класи її придатності: I клас – придатна, II клас – обмежено придатна, III – непридатна. Зрошувальна вода I класу – придатна для зрошення без обмежень. Зрошувальну воду II класу використовують за умови обов'язкового застосування комплексу заходів запобігання деградації ґрунтів або поліпшення води до показників I класу. Вода III класу непридатна для систем краплинного зрошення (СКЗ) без попереднього поліпшення її складу і властивостей. Якщо за різними групами показників воду віднесено до різних класів якості, загальну оцінку придатності води для СКЗ здійснюють за гіршими показниками. Якість зрошувальної води

оцінюють, за небезпекою іригаційного засолення, підлуження, осолонцювання ґрунту та токсичного впливу зрошувальної води на рослини.

Оцінювання якості поверхневих вод за небезпекою іригаційного засолення здійснюють на основі показника токсичних іонів, відображених в еквівалентах хлорид-іонів. Результати розрахунків свідчать про те, що в основному, концентрація токсичних солей (в еквівалентах хлору) для важкосуглинкових ґрунтів змінювалася за середньорічними значеннями у межах 28,1 - 72,2 мекв / дм^3 (рис. 1).

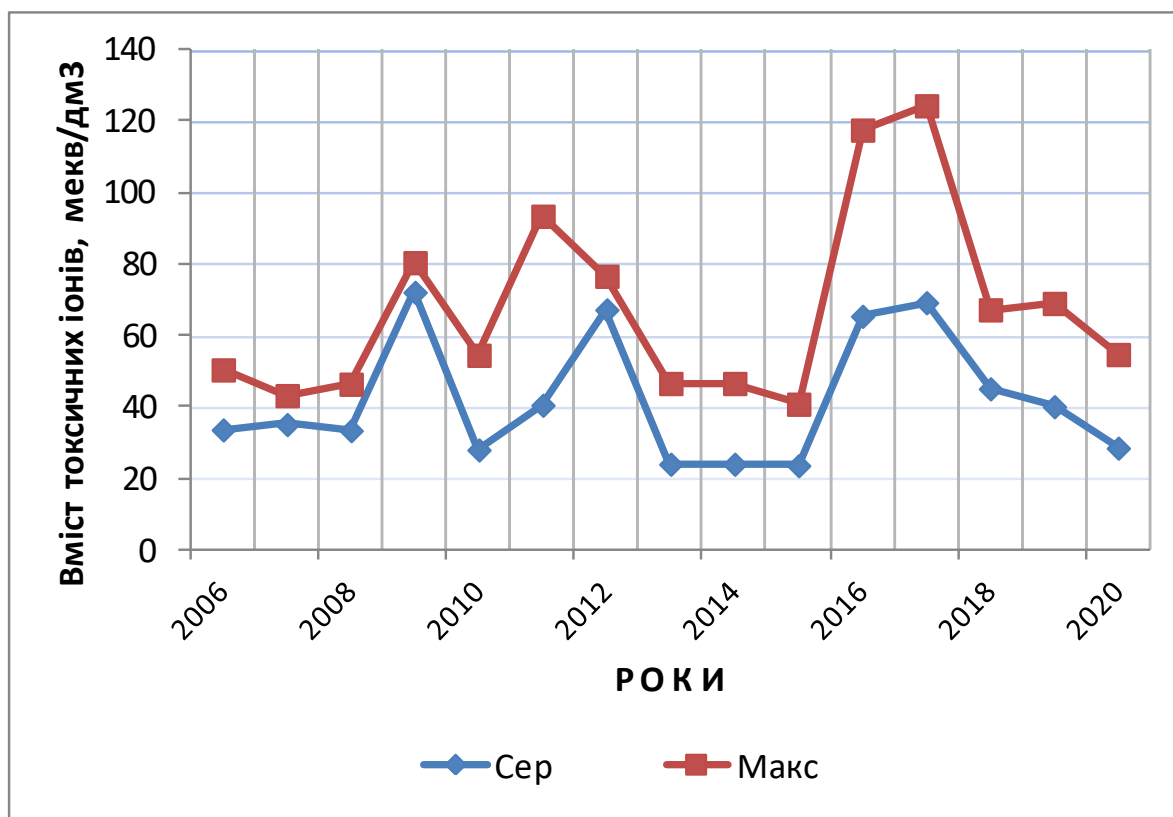


Рис. 1. Динаміка концентрації токсичних солей у воді р. Сарата (с. Білолісся)

Вода такого складу відповідає III класу якості і оцінюється як непридатна для СКЗ. Як виняток, впродовж 2013...2015 рр. концентрація токсичних іонів у воді р. Сарата змінювалася в межах 23,7 - 24,1 мекв / дм^3 , що відповідає II класу якості води та оцінюється як обмежено придатна для краплинного зрошення. Воду такої якості можливо використовувати для СКЗ за умов постійного контролю та обов'язкового застосування агроеліоративних заходів. За максимальними (найгіршими) показниками гідрохімічних величин концентрація токсичних солей варіювала, в основному, в межах 40,9 - 125,6 мекв / дм^3 , що відповідає III класу якості води і оцінюється, як непридатна за краплинного зрошення.

Оцінювання якості поверхневих вод за небезпекою підлуження ґрунту. Оцінювання виконано на основі комплексного оцінювання водневого показника (pH), токсичної лужності ($HCO_3^- - Ca^{2+}$), мекв / $дм^3$ та лужності від нормальних карбонатів (CO_3^{2-}), мекв / $дм^3$. Провівши аналіз та комплексне оцінювання показників якості води можливо стверджувати, що поверхневі води р. Сарата за небезпекою підлуження ґрунту відповідали III класу якості і оцінювалися, як непридатні для мікрозрошення. За максимальними значеннями лужність від нормальних карбонатів змінювалася у межах 0,6 - 1,0 мекв / $дм^3$ (III клас якості).

Якість поверхневих вод за небезпекою осолонцювання оцінювалася за величиною співвідношення (у відсотках) суми лужних катіонів натрію й калію (мекв / $дм^3$) до суми всіх катіонів (мекв / $дм^3$) з урахуванням основних типів зрошуваних ґрунтів, їх протисолонцювальної буферності та гранулометричного складу ґрунтів, величини перевищення в зрошувальній воді магнію над кальцієм і класу води за небезпекою підлуження ґрунтів.

Розрахунками встановлено, що впродовж досліджуваного періоду величина співвідношення (у відсотках) суми лужних катіонів натрію й калію до суми всіх катіонів (мекв / $дм^3$) за середньорічними показниками інгредієнтів змінювалася від 56 до 76 відсотка, що відповідає III класу, вода такої якості непридатна для СКЗ без попереднього поліпшення її складу і властивостей.

Екологічні критерії придатності води для систем краплинного зрошення встановлює ДСТУ 7591:2014. За результатами дослідження встановлено, що у поверхневих водах р. Сарата вміст мікроелементів та важких металів алюмінію, літію, марганцю, хрому (Cr^{3+}), хрому (Cr^{6+}), міді та нікелю не виявлено.

Оцінювання якості поверхневих вод за еколого-гігієнічними та еколого-токсикологічними показниками проводять за показниками БСК₅, вмістом фенолів, ціанідів, нафтопродуктів та детергентів. Воду вважають придатною для мікрозрошення, якщо вміст цих речовин не перевищує ГДК. Результати оцінювання показали, що за середньорічними значеннями показник БСК₅ змінювався в межах 2,5 - 9,0 $мгO_2/дм^3$ (ГДК – 10,0 $мгO_2/дм^3$), тобто вода була придатна для СКЗ. За максимальними значеннями зазначений показник починаючи з 2013 р. змінювався від 43,6 до 125,6 $мгO_2/дм^3$ (4,4 - 10,6 ГДК). Тобто вода оцінюється, як непридатна для систем краплинного зрошення.

Концентрація синтетично поверхнево активних речовин токсичної дії (СПАР) впродовж усього досліджуваного періоду за середньорічними значеннями змінювалася від 0,24 $мг/дм^3$ (2006 р.) до 0,58 $мг/дм^3$ (2013, 2019 рр.), що складає 2,4 - 5,8 ГДК відповідно. Підсумовуючи, можливо

стверджувати, що поверхневі води р. Сарата за еколого-гігієнічними та еколого-токсикологічними показниками непридатні для СКЗ.

Оцінювання придатності води за ступенем впливу на елементи СКЗ виконують з урахуванням можливості запобігання їх корозії, замуленню, засміченню, біозаростання тощо, які відбуваються внаслідок поступового накопичування в них завислих наносів мінерального й органічного походження, відкладів солей і продуктів життєдіяльності мікроорганізмів. Нормування якості води виконано на основі показників загальної мінералізації, рН, вмісту марганцю та заліза. За середньорічними показниками мінералізація річкової води Сарата змінювалася у межах 3,1 - 7,2 г/дм³, що дозволяє оцінити її, як непридатна для СКЗ. Вміст марганцю в поверхневих водах досліджуваної водойми не зафіксовано. Концентрація заліза за середньорічними значеннями змінювалася в основному в межах 0,02 - 0,17 мг/дм³, що відповідає I класу якості. За показниками загальної жорсткості вода не повинна перевищувати 9 - 10 мекв / дм³. Дослідженням встановлено, що зазначений показник змінювався від 20,7 до 46,6 мекв / дм³), тобто вода непридатна для СКЗ.

Висновки. За результатами дослідження встановлено, що поверхневі води у басейні р. Сарата, в основному, відповідають III класу якості і непридатні для систем краплинного зрошення. Використання води такої якості супроводжується небезпекою іригаційного засолення, підлуження, осолонцювання ґрунту, а також її токсичного впливу на рослини. Таку воду можливо використовувати для мікрозрошення тільки після проведення відповідних заходів меліорації води і ґрунтів. Їхня доцільність має бути підтверджена техніко-економічними розрахунками.

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОБЛАСТІ ПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ ВОДИ

ДУШКІН С.С., ШЕВЧЕНКО Т.О., ТКАЧОВ В.О., БЛАГОДАРНА Г.І.

*Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова, м. Харків, Україна*

В даний час багато уваги приділяється питанням інтенсифікації процесу очищення природних і стічних вод, удосконалення його технології та розробки нових ефективних методів, що дозволить спростити існуючу технологію обробки води, скоротити трудомісткі процеси приготування і дозування реагентів, зменшити витрати на експлуатацію очисних споруд, збільшити їх продуктивність, підвищити якість і зменшити собівартість очищеної води [1].

Все більшого поширення для вирішення цієї проблеми набувають ресурсозберігаючі технології, які передбачають для інтенсифікації процесів очищення природних вод такі основні методи: реагентні; технологічні; фізичні; поліпшення гідравлічних і конструктивних умов процесу коагуляції.

Ресурсозберігаючі методи припускають використання реагентів, що інтенсифікують процес очищення вод:

- оксихлорід алюмінію дозволяє знизити дози хлоруючого і підлужуючого реагентів не менше ніж в 2 рази і зменшити витрати реагентів;
- флокулянт «MAGNAFLOK», що пройшов виробниче випробування на очисних спорудах, дозволяє знизити дози коагулянту до 50%, а також підвищити ефективність очищення за такими якісними показниками: каламутність, забарвленість, вміст хлорорганічних сполук в середньому до 40%.

До технологічних методів, що дозволяють інтенсифікувати процес очищення води на очисних спорудах можна віднести наступні методи:

- регулювання величини рН води – підлужнення;
- застосування мінеральних замулювачів – бентоніту;
- перемішування води з реагентами, і як наслідок, можливість економії коагулянту до 20%;
- фракціоноване коагулювання (додавання коагулянту декількома порціями) – зниження витрати коагулянту до 15%, підвищення якості очищення води;
- концентроване коагулювання (додавання коагулянту в одну частину води, потім перемішування з іншим об'ємом води);

- переривчасте коагулювання (чергування подачі коагулянту з припиненням подачі розчину коагулянту до 1 години);

- рециркуляція осаду коагульованої зависі (повернення частини осаду в зону введення коагулянту) – зниження витрати коагулянту до 30%, доцільність застосування яких обґрунтовується лабораторно-виробничими випробуваннями.

До фізичних методів водопідготовки відносяться:

- накладення електричного поля, що дозволяє досягти економії коагулянту до 20%;

- накладення магнітного поля сприяє зменшенню витрати коагулянту, але має нестабільний ефект;

- ультразвук сприяє підвищенню якості очищення води (на стадії експерименту).

Одним з прогресивних прийомів в області водопідготовки є використання модифікованих розчинів реагентів, технологія і пристрої для їх реалізації захищені авторськими свідоцтвами і патентами на винахід та корисні моделі та досить широко висвітлені в монографіях і наукових публікаціях.

Встановлено, що використання модифікованого розчину коагулянту сульфату алюмінію дозволяє:

- знизити витрату коагулянту в середньому на 25-30%;
- підвищити продуктивність очисних споруд водопроводу в середньому на 19,5-22,0%;
- знизити вміст хлорорганічних домішок не менше, ніж на 20-25%.

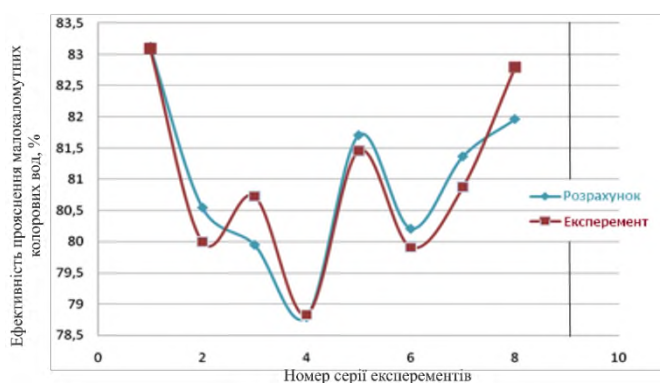
В таблиці 1 наведені показники ефективності роботи швидких фільтрів при застосуванні модифікованого розчину коагулянту, які показують, як можливість зниження доз коагулянту сульфату алюмінію, так і поліпшення якості фільтрату в середньому на 40-60%.

Таблиця 1 – Поліпшення показників роботи швидких фільтрів пілотної установки при застосуванні модифікованого розчину коагулянту

№	Найменування показників	Поліпшення показників, %	
		Зимовий період	Весняний паводок
1	Зниження дози коагулянту сульфату алюмінію (в перерахунку на Al ₂ O ₃)	17,5-25	20-25
2	Якість фільтрату: - каламутність фільтрату	47,1	43,9

	- забарвленість фільтрату	16,0	24,2
	- вміст алюмінію в фільтраті	67,6	65,1
3	Технологічні параметри фільтрування:		
	- швидкість фільтрування	25,0	25,0
	- тривалість фільтроциклу	30,0	30,0
	- брудоемність фільтруючого завантаження	22,3	27,5
4	Підвищення продуктивності швидких фільтрів	25	25

На рисунках 1, 2 розглядається взаємодія факторів, які визначають хід процесу очищення води до питної якості за допомогою модифікованого розчину реагенту коагулянту сульфату алюмінію у вигляді математичної залежності, яка дозволяє спрогнозувати ефективність прояснення малокаломутних забарвлених вод та води з підвищеним вмістом завислих речовин та низькою забарвленістю.



$$E = \int(Z, D, T)$$

$$E = 80,96 + 0,583Z + 0,879T + 0,709$$

де Z –

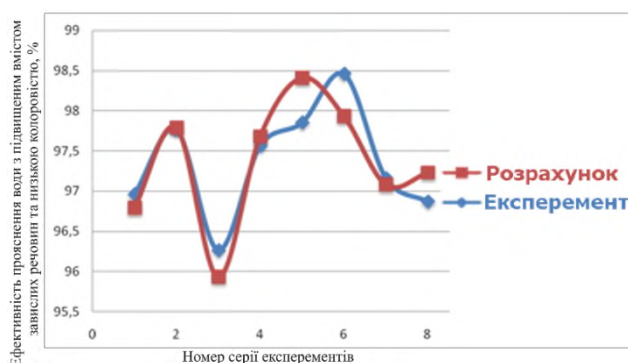
забарвленість, град;

D – доза коагулянту,

мг/дм³;

T – температура, °C

Рисунок 1 – Функціональна залежність для малокаломутних забарвлених вод



$$E = \int(ZP, D, T)$$

$$E = 97,36 + 0,3033ZP + 0,448D + 0,3483 \cdot T$$

де ZP – завислі речовини, мг/дм³;

D – доза коагулянту;

T – температура, °C

Рисунок 2 – Функціональна залежність для води з підвищеним вмістом завислих речовин та низькою забарвленістю

Отримані результати можуть бути використані для здійснення порівняльного розрахунку ефективності застосування модифікованого розчину коагулянту сульфату алюмінію для приготування питної води залежно від якості вихідної води.

Таким чином, використання ресурсозберігаючих технологій при підготовці питної води дозволяє інтенсифікувати процеси очищення води, зменшити витрати на експлуатацію очисних споруд, що в кінцевому рахунку створює передумови для зниження тарифів на послуги водопостачання та водовідведення.

Література

1. Stanislav Dushkin, Tamara Shevchenko. Applying a modified aluminum sulfate solution in the processes of drinking water preparation (2020) Eastern European Journal of Enterprise Technologies, 4 (10-106), pp. 26-36. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.210096>
2. Dushkin S.S., Martynov S., Dushkin S.S. Intensification of the work of contact clarifiers of drinking water preparation. // Journal of Water and Land Development. 41 (IV–VI), 2019. p. 55–60. DOI: 10.2478/jwld-2019-0027. URL: <https://journals.pan.pl/Content/112863/PDF/Dushkin+Martynov+429.pdf?handler=pdf>

ВДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА З ВИКОРИСТАННЯМ ТРУБЧАСТОГО ЗМІШУВАЧА ПРИ ПІДГОТОВЦІ ПИТНОЇ ВОДИ

ЕПОЯН С.М., СОРОКІНА К.Б., АЙРАПЕТЯН Т.С.

Харківський національний університет міського господарства імені

О.М. Бекетова, м. Харків, Україна

ГАЙДУЧОК О.Г., СУХОРУКОВ Г.І.

Харківський національний університет будівництва та архітектури, м. Харків, Україна

Для підготовки питної води, як правило, використовують реагентні технологічні схеми, які включають споруди для змішування реагентів з водою і змішувачі. Усі змішувачі поділяються на гідравлічні та механічні. В Україні надається перевага гідравлічним змішувачам тому, що вони прості і надійні в експлуатації та не потребують спеціальних мішалок. До гідравлічних змішувачів відносяться і трубчасті змішувачі. Основними недоліками цих споруд є неможливість регулювання інтенсивності змішування і використання їх для змішування одного реагенту з водою.

Нами запропоновано конструкцію вдосконаленого трубчастого змішувача, який усуває вказані недоліки трубчастих змішувачів. Удосконалений трубчастий змішувач складається з чотирьох секцій: дві секції подачі та розподілення реагентів, дві секції в яких розташовані змішувальні елементи. Змішувальні елементи виконані з пористого полімербетону та відрізняються між собою товщиною, матеріалом і розміром заповнювача. Така конструкція змішувача дає можливість введення декількох видів реагентів в один змішувач, підвищити ефективність його роботи та регулювати інтенсивність змішування.

Дослідження удосконаленого трубчастого змішувача проводили в лабораторних умовах. В якості замутнювача використовували мул річки Сіверський Донець, а коагулянт служив сірчаноокислий алюміній. Частину дози коагулянту вводили перед першим змішувальним елементом, а другу частину перед другим змішувальним елементом, тобто проводили фракційне (дробове) коагулювання води. Проби води змішаної з коагулянтм відбирали після змішувача через пробовідбірник і далі проводили повільне перемішування на установці «Крапля». Потім склянки з водою залишали в стані спокою на 30 хвилин для відстоювання утворених при коагулюванні пластівців. Протягом цього часу контролювали процес освітлення води, який може спостерігатися в відстійниках. Піпеткою на висоті 8-10 см від рівня води в склянці відбирали проби. Потім наливали в конічні колби і збовтували до

повного руйнування пластівців. За допомогою фотоелектроколориметру визначали ступінь освітлення води шляхом вимірювання оптичної щільності.

Ефективність осадження суспензії після відстоювання води, яка пройшла змішування з розчином сірчаноокислого алюмінію в трубчастому змішувачі порівнювали з ефективністю осадження суспензії після перегородчастого змішувача коридорного типу удосконаленої конструкції по залежності:

$$K_{\text{Е.О.}} = \frac{C_y}{C_T}$$

де $K_{\text{Е.О.}}$ – коефіцієнт ефективності осадження;

C_y – концентрація суспензії в освітленій воді після змішувача удосконаленої конструкції, мг/дм³;

C_T – концентрація суспензії в освітленій воді після трубчастого змішувача, мг/дм³.

Дослідження показали, що концентрація суспензії в освітленій воді після трубчастого змішувача нової конструкції на 12 – 17% нижче ніж після трубчастого змішувача коридорного типу удосконаленої конструкції, тобто коефіцієнт ефективності осадження складає 1,12 – 1,17; ефективність роботи трубчастого змішувача такої конструкції практично залишається постійною в інтервалі швидкості 0,9-1,1 м/с, і температури 7 – 17 °С, але трохи кращий ефект спостерігається при швидкості 1 м/с; каламутність вихідної води в інтервалі 103 – 241 НОК не впливає на коефіцієнт ефективності осадження.

Таким чином використання удосконаленого трубчастого змішувача у реагентних технологічних схемах є доцільним та перспективним. Трубчасті змішувачі такої конструкції ефективні в роботі, можуть змішувати декілька реагентів одночасно, регулювати інтенсивність змішування та, практично, не займають площу.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ НІТРАТІВ У ПОВЕРХНЕВОМУ ВОДНОМУ ОБ'ЄКТІ

КОВАЛЕНКО С.А., ПОНОМАРЕНКО Р.В., ІВАНОВ Є.В.

Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, Україна

Проблема оцінки якості води на сучасному етапі має важливе і першочергове значення та займає центральне місце у водоохоронній діяльності [1]. Екологічна проблема захисту гідросфери на господарчо-техногенному рівні чинить значний вплив на екологічний стан поверхневих водних об'єктів, що потребує моніторингових досліджень з використанням сучасних інтерактивних он-лайн картографічних ресурсів. Для отримання цілісної картини актуального екологічного стану достатньо великих адміністративно-територіальних одиниць промислово розвинутих країн світу, зокрема України, навіть за умови поступового зменшення промислового потенціалу, застосовують екологічний моніторинг. Основною складовою такого моніторингу є процеси отримання необхідних вихідних даних (наприклад, результатів аналізу проб поверхневих вод) [2].

В Україні майже 80% населення забезпечені питною водою з поверхневих джерел. В межах України р. Псел протікає у Сумській та Полтавській області. Входить до басейну річки Дніпро (є лівою притокою річки Дніпро). Довжина річки Псел, що протікає по території України становить 502 км, а всього – 717 км.

У стічних водах, що містять велику кількість органічних речовин, швидко розмножуються синьо-зелені і бурі водорості, фітопланктон, підвищується БСК. Як наслідок, у водоймищі починають переважати анаеробні процеси, що визначають евтрофікацію (підвищення біологічної продуктивності при накопиченні біогенних елементів під впливом антропогенних чи природних чинників).

Державне агентство водних ресурсів (ДАВР) України ввело в дію інтерактивну карту «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України». На карті можливо відстежити дані моніторингу поверхневих водних об'єктів за певний проміжок часу за показниками, такими як, нітрати, нітрити, фосфати, іони амонію, сульфати. На основі моніторингових даних ДАВР України було проведено аналіз зміни екологічного стану, за основними показниками річки Псел за 2012 – 2020 роки. Аналіз було проведено на основі даних 6 постів забору проб води у річці Псел (рисунок 1): 1) 528-й км, Краснопільський район; 2) 480-й км, с. В. Чернетчина; 3) 447-й км, с.Старе

Село Сумського р-ну, (Низівське водосховище), міст через річку (нижче м. Суми); 4) 405-й км, с. Бишкінь; 5) 350-й км, с. Камінне, кордон Сумської і Полтавської обл.; 6) 172-й км, смт. В. Багачка.



Рисунок 1 – Схематичне розміщення 6 постів контрольного забору води, за даними яких проводилось дослідження

Вміст нітратів та нітритів – це показник хімічного складу природної води, що використовується при проведенні екологічної оцінки. Також ця інформація потрібна при вирішенні питань про баланс біогенних елементів, взаємозв'язок між процесами життєдіяльності водних організмів і хімічним складом води. Нітрати потрапляють у водні об'єкти при розкладанні мікроорганізмами білків тваринного і рослинного походження, коли виділяються сполуки амонію, які при контакті з повітрям окислюються до нітритів і нітратів. Наслідком споживання нітратів є утворення метгемоглобіну. Порушується транспортування кисню до тканин людини, в подальшому відбувається порушення роботи нервової системи. Також надлишковий вміст нітратів призводить до порушень підшлункової та щитовидної залоз, до онкологічних захворювань, серцевої недостатності, захворювання нирок, захворювань серцево-судинної системи.

Таблиця 1 – Вміст NO_3^- , ммоль/дм³ по постах забору води річки Псел

Роки/ Пости	П 1	П 2	П 3	П 4	П 5	П 6
2012	0.0251	0.0365	0.0442	0.0247	0.0215	0.0335
2013	0.0398	0.0742	0.0718	0.0887	0.0690	0.0381
2014	0.0451	0.0548	0.0542	0.0567	0.0494	0.0243
2015	0.0269	0.0496	0.0386	0.0449	0.0580	0.0365
2016	0.0360	0.0421	0.0629	0.0684	0.0621	0.0335
2017	0.0594	0.0919	0.0942	0.0641	0.0727	0.0328
2018	0.0199	0.0220	0.0396	0.0235	0.0229	0.0267
2019	0.0175	0.0413	0.0536	0.0438	0.0494	0.0338
2020	0.0432	0.0419	0.0425	0.0507	0.0480	0.0242

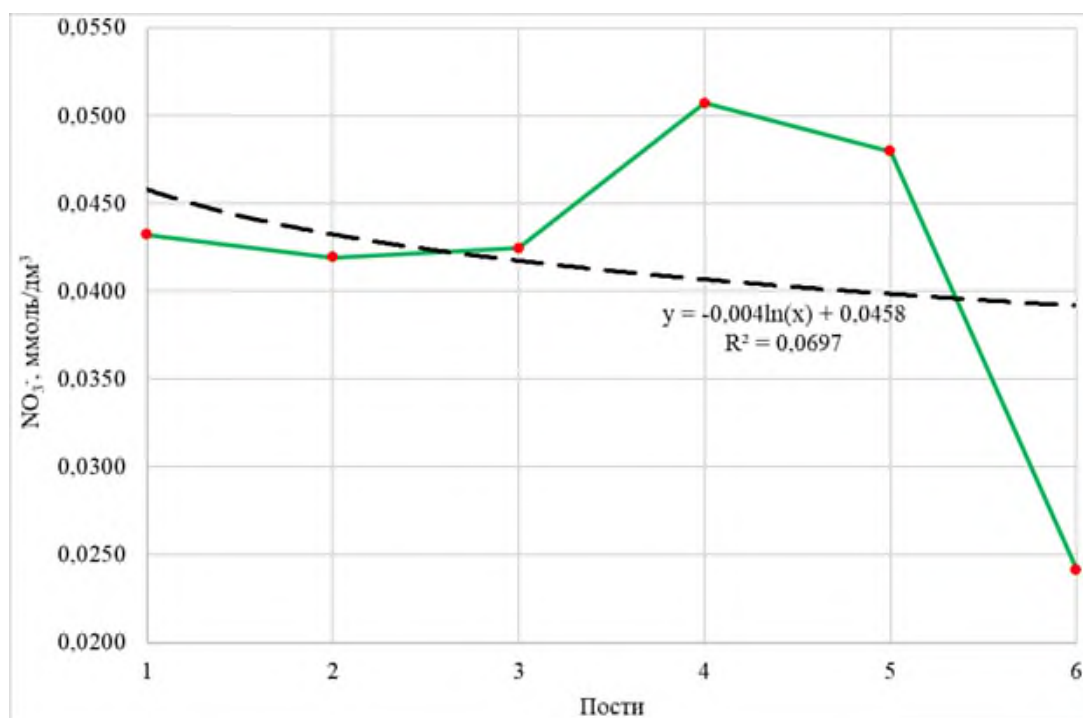


Рисунок 2 – Загальний вміст нітратів-іонів по постах заборів води річки Псел за 2020 рік

Пониження концентрацій нітратів (пости 5 – 6) можливо пов'язане зі споживанням їх фітопланктоном, що повинно приводити до збільшення каламутності та БСК води.

Недотримання природоохоронних вимог, що проявляється у надлишковому використанні у сільськогосподарському виробництві мінеральних і органічних добрив, отрутохімікатів, їх незадовільне зберігання призводить до забруднення поверхневих та підземних вод. Це призводить до гострих нітратних отруєнь, інфекційних захворювань, інколи до летальних випадків.

Однією з причин надходження нітратів у поверхневі водні об'єкти (рисунк 2) є змив з полів та городів добрив. Підвищена концентрація нітритів свідчить про інтенсивність розкладу органічних речовин, і затримку окислення NO_2^- до NO_3^- , що чітко свідчить про забруднення водойми. Нітрати та нітроти потрапляють у воду зі стоків промислових і сільськогосподарських підприємств. Також розвинене сільське господарство забруднює навколишнє природне середовище, зокрема поверхневі водні об'єкти, мінеральними добривами, які містять забруднюючі речовини, що також стимулює збільшення фітопланктону і сине-зелених водоростів. Підтвердити чи спростувати це припущення на жаль не можливо, тому що немає даних як змінюються каламутність та БСК води на цих постах спостереження.

Література

1. Пономаренко Р.В. Науково-теоретичні основи зниження техногенного навантаження на системи водопостачання регіону з урахуванням основних принципів басейнового управління водними ресурсами: монографія. Харків: Планета-Прінт, 2020. 112 с. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/10628>.
2. Ponomarenko R., Kovalenko S. Study of Changes in the Ecological Condition of the Psel River. Climate change and sustainable development: new challenges of the century: monograph. 2021. Mykolaiv, Rzeszow. P. 349–358. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/13553>.

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ В УКРАЇНІ

КРИСТЄВ А.А.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна

Якісна вода є основною складовою життєдіяльності населення світу. Тому забезпечення суспільства корисною та якісною водою є державною ціллю, що і визначає актуальність досліджуваної проблеми.

Галузь водопостачання та водовідведення прямо поєднана із життям кожної людини, зі створенням життєвих умов, із забезпеченням нагальних потреб кожного громадянина тощо. Не слідкуючи за змінами в суспільстві потреба у воді є першочерговою. Не дарма в Конституції України гарантується право народу на достатній життєвий рівень та екологічну безпеку, зокрема через задоволення водою в потрібних об'ємах та згідно з встановленими нормативами. Також Основний закон гарантує всім громадянам України право користування усіма природними ресурсами, в тому числі водними, їх безпечність для життєдіяльності людини та відшкодування завданої шкоди [1].

Дослідженням у сфері водозабезпечення та водовідведення в Україні займаються багато видатних науковців таки як: Є. Антонова, В. Венгер, А. Бабак, О. Білянський, Н. Гура, Є. Кайлюк, О. Кучеренко, Н. Матвеєв, В. Ніколаєв, Г. Оніщук, Л. Шаповал, Т. Юр'єв, Т. Качал, Ю. Лега, О. Тищенко, В. Полуянов, В. Торкатюк, Л. Шутенко, Т. Юр'єва, І. Осипенко, В. Дорофієнко, Г. Лубенець, М. Кондратьєва та інші. Наведені вчені зробили вагомий внесок у дослідження та вивчення сфери водозабезпечення та водовідведення України, а також іноземних країн, однак деякі аспекти сфери водопостачання та водовідведення потребують подальшого наукового дослідження через різні особливості.

Отже, перш за все проаналізуємо значення поняття «водопостачання та водовідведення», яке розкривається в різних джерелах. «Водопостачання та водовідведення» в загальному розумінні визначається як сукупність заходів щодо забезпечення водою різних споживачів – населення, промислових підприємств та ін. та щодо забезпечення видалення стічних вод за межі населеного пункту або промислового підприємства [2].

Відповідно до закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» (1994 р.), громадяни мають право на безпечну для здоров'я та життя питну воду. Проте на сьогоднішній день в

Україні недостатньо води відповідної якості. Проблема питної води в нашій країні є загальнонаціональною, а кількість і якість води з водогону є також і економічною проблемою. Необхідно відзначити, що механізми централізованого водопостачання та водовідведення України сьогодні знаходяться в поганому технічному стані, зношеному, незадовільному та діють за несучасними технологіями водопідготовки.

Отже, до основних проблем України у сфері водопостачання та водовідведення належать такі: 1) природний дефіцит водних ресурсів, а також їх нерівномірний розподіл за територією та часом; 2) виснаження водних ресурсів внаслідок великого обсягу водозабору для господарських потреб; 3) значний обсяг забруднювальних речовин, що надходять у річки внаслідок викидів і площинного змиву; 4) надмірне регулювання річкового стоку, що спричиняє додаткові втрати води на випаровування, уповільнення водообміну і, як наслідок, погіршення якості води та деградації річищ [12]; 5) недосконалість чинної системи державного управління у сфері використання, охорони та відновлення водних ресурсів, відсутність чіткого розмежування водоохоронних та водогосподарських функцій; 6) відсутність ефективних економічних механізмів стимулювання раціонального водокористування; 7) недостатнє розуміння суспільством наявних водних проблем, недостатня інформованість та низьким рівнем екологічної культури населення; 8) повільна імплементація позитивного закордонного досвіду у сфері використання та охорони вод [18]; 9) роздробленість і неефективність системи управління водними ресурсами; 10) відсутність єдиної інформаційної бази одержання, обробки та збереження інформації; 11) невідповідність сучасної методологічної бази вимогам законодавства; 12) суперечливість вимог до водокористування; 13) неефективність екологічного нормування водокористування; 14) питання, пов'язані з математичним моделюванням водних систем і процесів, що відбуваються в них; 15) управління водними ресурсами відповідно до сучасним адміністративно-територіальним поділом країни; 16) питання, пов'язані з водоохоронними зонами при водних об'єктах та їх реєстрації в кадастрі нерухомості [14]. Розв'язання зазначених проблем залежить від необхідності змін чинної системи управління в галузі водного господарства на користь сталого розвитку та імплементації вимог

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У СФЕРІ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

НЕДАШКОВСЬКИЙ І.П.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна

ХОРУЖИЙ В.П.

Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ

Україна належить до малозабезпечених країн Європи та світу за запасами доступних до використання водних ресурсів, тому для України питання води є надзвичайно актуальним. З іншого боку, в Україні діє потужний водоміський виробничий комплекс, що не відповідає відновлюваній спроможності водних екосистем. Проблема раціонального використання води належить до пріоритетних питань національної безпеки України. Нагальною потребою сьогодення є запровадження нових ресурсощадних технологій, насамперед у сфері водопостачання та водовідведення із запровадженням нових підходів з управління водоспоживанням.

Водопостачання та водовідведення ніколи не привертало стільки уваги як енергопостачання. Послуги з централізованого водопостачання завжди були порівняно не дорогими та доступними та не було певних стимулів для ресурсощадження та ощадливого використання. Збільшення населення великих міст, розширення інфраструктури, зношення мереж та обладнання з водопостачання та водовідведення створюють проблеми для міських систем водопостачання та водовідведення, які мають відповідати споживчому попиту. Підприємства водопостачання та водовідведення, і споживачі послуг рано чи пізно стикаються з проблемою забезпечення ефективного водокористування.

Управління водопостачанням в містах вимагає раціональне використання водних, енергетичних та інших ресурсів, де важлива роль відводиться вимірювання витрати води, контролю джерел і неврахованої води в системі її подачі та розподілу тощо. Все це диктує необхідність удосконалення систем водозабезпечення, ретельного аналізу і прогнозу їх уразливості та вжиття заходів, які спрямовані на підвищення надійності цих систем в нормальних і екстремальних умовах.

Використання водних ресурсів без дотримання екологічних вимог у процесі економічного та соціального розвитку спричинило корінну перебудову водних систем, зниження стійкості екосистем річкових басейнів, їх здатність до самоочищення і самовідновлення. В умовах нарощування антропогенних

навантажень на природне середовище, розвитку суспільного виробництва і зростання матеріальних і соціально-економічних проблем в Україні виникла гостра потреба розробки та додержання особливих правил користування водними ресурсами, раціонального їх використання, відновлення та екологічно спрямованого захисту. Удосконалення системи еколого-економічного управління водогосподарським комплексом, організація збалансованого механізму використання, відтворення й охорони водних ресурсів є нагальним завданням на всіх рівнях організації ефективного управління. Невисока ефективність водокористування, низька якість забезпечення населення питною водою, незадовільний стан водних об'єктів, що експлуатуються є ознакою того, що водні ресурси України потерпають від неефективного управління.

Суть водоефективного використання води полягає в зменшенні витрат води шляхом виміру кількості води, необхідної для певних цілей і кількості води, що використовується. Ефективність використання води відрізняється від економії води тим, що вона спрямована на скорочення витрат, а не на обмеження водокористування. Раціональне використання водних ресурсів передбачає максимально повне і багатоцільове використання природних благ з мінімальним вилученням нових природних ресурсів.

Екологічно безпечне використання водних ресурсів повинно передбачати зменшення обсягів споживання свіжих прісних вод та їх забруднення шкідливими компонентами, заміну у технологічних процесах води іншими речовинами, а також повторне використання очищених стічних вод в різних галузях національної економіки та для житлово-побутових потреб.

Коли в Україні буде відновлено економічне зростання, наявних очисних потужностей може бути недостатньо для того, щоб забезпечити ефективне очищення забруднених вод. Тому, необхідно сконцентрувати наявні фінансові ресурси не на будівництві очисних споруд для очищення забруднених вод та розвитку об'єктів для транспортування води на значні відстані, а на впровадженні прогресивних технологій, які дозволять зменшити споживання та забруднення прісних вод, а також знизити витрати на їх доставляння та підготовку до споживання, впровадження маловодних оборотних систем водопостачання, використання енергоощадної та водозберігаючої арматури.

Нераціональне використання води визначається, головним чином, ставленням споживачів до води, а також технічними причинами. Прикладами марнотратного витрачання води в побуті можуть бути розповсюджені випадки її застосування для охолодження харчових продуктів, постійного потоку води

через крани та змішувачі в періоди приготування їжі, миття посуду, прання білизни, купання та інших господарсько-побутових процедур. Все це свідчить про безгосподарське ставлення до води. У разі перебоїв у водопостачанні нераціональне використання питної води в житловому фонді різко зростає, оскільки населення в періоди подачі води запасає велику кількість води, яку використовує під час перерв в подачі води не повністю і виливає її в стік за поновлення водопостачання. Нераціональне використання води в технологічних виробничих процесах може бути пов'язано з різними причинами, наприклад, недосконалістю технологічної схеми забору, очищення, подання та розподілу води. Під час експлуатації таких систем втрати води пов'язані з промивкою, дезінфекцією та гідравлічними випробуваннями трубопроводів, під час технічних і профілактичних ремонтів та обслуговуванні мереж і арматури тощо. З точки зору економіки ці витрати води є непродуктивні, марні трати товарної продукції, хоч і зумовлені технологічною потребою. Ці втрати включають в матеріальні витрати водогосподарської організації під час визначення собівартості води, що погіршує її техніко-економічні показники. Відомчі будівельні норми регламентують витрату води тільки на власні потреби очисних станцій. Проте значні технологічні витрати води необхідні також для обслуговування водозабірних споруд, насосних станцій, водоводів і водопровідних мереж і, насамперед, для промивки та дезінфекції чинних трубопроводів, башт і резервуарів. Раніше необхідність цих витрат не враховувалася під час експлуатації водогосподарських систем. До неврахованих витрат води включають витікання води з трубопроводів та арматури на мережах; втрати води під час аварій на трубопроводах; витрати води, що не враховуються водолічильниками через недостатню їх чутливість в зоні невеликих витрат; витрати води на пожежогасіння, а також крадіжки води.

Організація цілеспрямованої та планомірної боротьби з втратами води можлива лише за умови вдосконалення всієї технічної експлуатації споруд, інтенсифікації виробництва, корінного покращення повсякденного обліку і контролю подачі та реалізації води. Суть водозбереження полягає в зменшенні витрат питної води в процесі її забору, очищення, збереження, транспортування і споживання. Економія води тотожна збільшенню об'ємів її виробництва і дозволяє збільшити подачу води споживачам без нового будівництва. Нині є потреба у нових підходах до цілеспрямованої водозберігаючої політики у сфері водопостачання та водовідведення. Для цього немає потреби вигадувати щось нове, достатньо впроваджувати ефективні моделі та інституції розвинутих країн світу. Зокрема, векторами політики водозбереження та водоефективності в контексті стійкого розвитку сфери водопостачання та водовідведення та

доступності послуг, можна визначити напрями, аналогічні наявним у сфері енергоощадження та енергоефективності та екологічної політики. Зокрема: 1) виховання в людях культури раціонального використання води та звички економного витрачання води; 2) забезпечення комерційними засобами обліку споживання води й, відповідно, введення системи оплати за фактом споживання; 3) використання новітніх технологій з водозбереження та водопідготовки; 4) використання дощової води та очищених сірих стоків для потреб людини; 5) впровадження водного менеджменту та водного аудиту, програм контролю втрат та ін.

Напрямок політики щодо водного менеджменту і водного аудиту у сфері водопостачання та водовідведення є доволі поширеним в розвинутих країнах світу. Водний аудит (аудит водокористування), як і його аналоги у сфері енергетики та екології, є важливим першим кроком до розуміння раціонального водокористування підприємства, організації, установи та домогосподарства. Водний аудит відстежує використання води від точки входу в систему водопостачання до її скидання в каналізацію; ідентифікує кожну точку водокористування всередині та навколо об'єкта та оцінює кількість води, використаної в кожній з цих точок; виявляє і кількісно визначає невраховані втрати води; надає споживачу чи керівнику підприємства дорожню карту потенційної економії, а також витрат на впровадження новітніх технологій. Крім кількості води, водний аудит враховує і якість води. Отже шлях до енергоефективності, екологічної ефективності у сфері водопостачання та водовідведення необхідно починати з водного аудиту, енергоменеджменту та екологічного менеджменту.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКОГО ОПРЕСНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

ОЛЕЙНИК Т.П., МАКОВЕЦКАЯ Е.А.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Украина

Подземные воды характеризуются повышенной минерализацией и это ограничивает их применение для нужд населения и промышленности. Разработка эффективных и экономичных методов их опреснения даст возможность их рационального использования в промышленности и сельском хозяйстве.

Целью данной работы является изучение возможности применения метода обратного осмоса для опреснения подземной воды. Объект исследования - проба воды с артезианской скважины с. Январское (Ширяевский район). Отбор проб выполняли согласно действующим нормативным документам.

Исходя из состава воды, в качестве метода опреснения был выбран обратный осмос. По сравнению с другими методами обратный осмос имеет следующие преимущества: отсутствуют фазовые переходы при отделении примесей, что снижает расход энергии; опреснение проводят при низких температурах воды; процесс имеет непрерывный характер; не вводятся химические реагенты; обратноосмотические аппараты относительно просты и не имеют движущихся частей. Количество энергии для мембранных процессов обычно не превышает 2-2,5 кВт.ч/м³ фильтрата.

В настоящее время обратный осмос широко применяется во всем мире для опреснения соленых вод. Мембранные установки входят в состав комплекса очистки воды одесских бьюетов. Широкий выбор современных обратноосмотических установок разной производительности и обеспечивающих требуемую степень очистки воды предлагает рынок Украины.

Принцип работы установок. Процесс деминерализации осуществляется на обратноосмотических мембранных элементах. В рабочем режиме в мембранном модуле системы происходит разделение воды на два потока: деминерализованную воду - пермеат и воду с повышенным солесодержанием - концентрат. Часть концентрата во время работы модуля сбрасывается в канализацию, а часть направляется на вход насоса высокого давления, так называемый рецикл концентрата. Деминерализованная вода (пермеат) поступает в сборник и затем потребителю. Автоматика системы обеспечивает электрическую защиту насоса от сухого хода, защиту мембран от высокого давления, обеспечивает включение и отключение системы по уровню в

сборнике пермеата, выполняет автоматически гидравлическую промывку мембран. Периодически мембрана обратноосмотического модуля нуждается в химической промывке, ресурс мембраны в среднем составляет 3-4 года.

Основные достоинства установок: оптимальная стоимость; длительный срок службы и высокая надежность работы системы в целом; низкое энергопотребление при использовании низконапорных обратноосмотических мембран; полная готовность системы к монтажу без каких-либо доукомплектаций и доделок на месте установки; система компактно смонтирована на раме и занимает минимальный объём помещения; полная автоматизация процесса очистки воды, мониторинг основных параметров; простое, надежное управление посредством микропроцессорного контроллера; минимальный объём сброса сточных вод (от 30% от поступающей на очистку воды); степень удаления солей из очищенной воды - до 99,7%.

В данном исследовании определяли возможность применения обратноосмотической мембраны с рабочими характеристиками для опреснения подземной воды из артезианской скважины. Гидрохимическая характеристика воды: по составу катионов эти подземные воды кальциево-магниевые. Состав анионной части у образца воды - гидрокарбонатный, что соответствует геологическим условиям Причерноморского района. Преобладает III тип воды по классификации О.А.Алекина, т.е. генетически воды этого типа являются смешанными и метаморфизованными.

Концентрацию ионов в фильтрате и концентрате рассчитывали по соответствующим формулам. Для проверки достоверности расчётной формулы сравнили состав фильтрата для исходной подземной воды с минерализацией $7,2 \text{ г/дм}^3$ после мембранной установки (три года работы) и расчётные результаты (мембрана с селективностью 0,97, степень концентрирования 0,16).

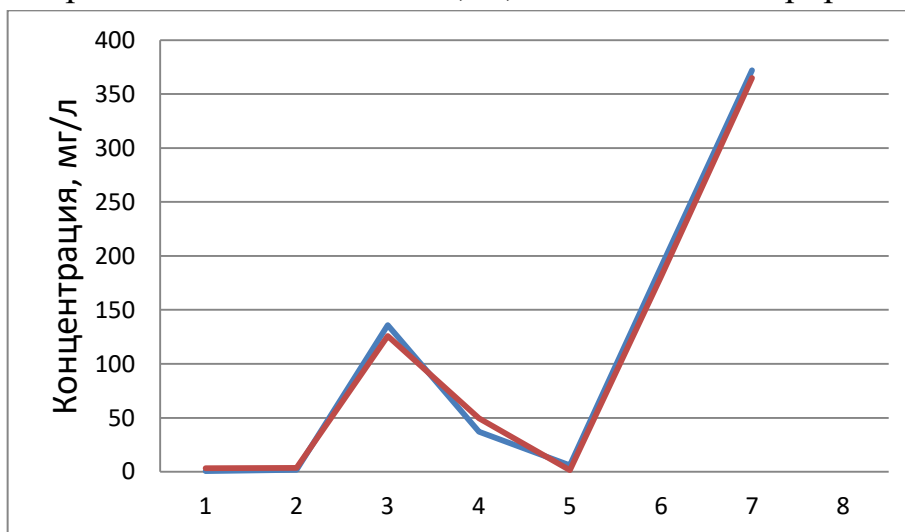


Рис. 1. Состав пермеата после обратноосмотической мембраны и расчётный

Для оценки целесообразности использования обратного осмоса для исследованного образца воды приняты следующие параметры: селективность мембран 70%, степень концентрирования 0,36. Результаты расчётных концентраций всех ионов для фильтрата и концентрата приведены на рис. 2. Степень очистки составила 62%. Анализ состава фильтрата показывает, что очищенная вода соответствует качеству питьевой воды по всем химическим показателям.

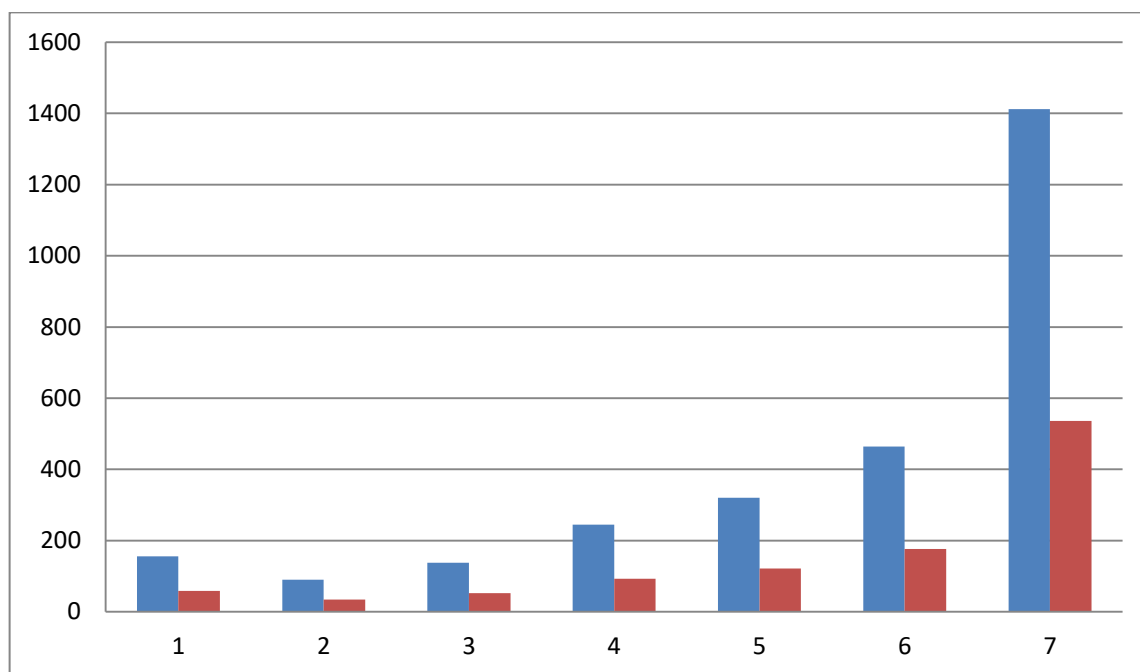


Рис. 2. Гистограмма состава исходной и очищенной воды, мг/дм³:

1 - Ca^{+2} ; 2 - Mg^{+2} ; 3 - Na^{+} ; 4 - Cl^{-} ; 5 - SO_4^{-2} ; 6 - HCO_3^{-} , 7 - минерализация

Основным недостатком применения обратноосмотических мембран для обессоливания воды является возможность образования осадков сульфата и карбоната кальция. Это происходит потому, что в процессе концентрирования образуются концентрированные солевые растворы над поверхностью мембран. Если концентрация ионов кальция, карбонатов и сульфатов превысит величину произведения растворимости соответствующих солей, то осадок над мембраной образуется, и условия очистки резко ухудшатся. Поэтому далее в работе была рассчитана возможность выпадения осадков карбоната и сульфата кальция в данных конкретных условиях.

Используя данные расчета концентрации солей в концентрате, рассчитали ионную силу раствора, коэффициенты активности и получили значения $pH_k = 7,72$ и $pH_s = 6,14$. Возможность выпадения осадка $CaCO_3$ определяли по

формуле индекса стабільности: $I = \text{pH}_k - \text{pH}_s > 0$. Расчёт по этой формуле показал, что $I = 7,72 - 6,14 > 0$, т.е. при данных условиях концентрирования на поверхности мембран выпадет осадок CaCO_3 . Для предотвращения осадкообразования следует либо изменить технологические параметры процесса, либо использовать подкисление для стабилизации воды перед очисткой. Возможность выпадения осадка сульфата кальция определяли из уравнения: $[\text{Ca}^{2+}] \times [\text{SO}_4^{2-}] > \text{CaSO}_4$, учитывая коэффициенты активности для этих ионов. Расчет по этой формуле показал, что произведение концентраций ионов в растворе над мембраной $[\text{Ca}^{2+}]_k \times [\text{SO}_4^{2-}]_k = 5,4 \times 10^{-5}$ меньше величины $\text{PP}(\text{CaSO}_4) = 6,1 \times 10^{-5}$, т.е. сульфат кальция не выпадет в осадок над поверхностью мембраны при выбранных условиях концентрирования.

Таким образом, результаты расчетов показали, что для исследованной подземной воды можно рекомендовать обратноосмотическую очистку для доведения её качества до нормативов питьевой воды. Окончательное заключение будет сделано после проведения опытов на обратноосмотической установке.

О ПРИБОРАХ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ДСанПиН 2.2.4-171-10.

ПОЛИЩУК А.А.

ООО «Инфокс» филиал «Инфоксводоканал», г. Одесса, Украина

Одним из отличий введения ДСанПиНа 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до водопитної, призначеної для споживання людиною» в 2010 году был принцип поэтапного внедрения. Согласно ему с 1 января 2015 г. вступили в силу следующие показатели контроля качества питьевой воды, согласно Таблицы 2 Приложения 2:

N п/п	Наименования показателей	Единица измер.	Норматив для водопроводной питьевой воды	Прибор
1	Нефтепродукты	мг/дм ³	≤ 0,1	ИК-, УФ-спектрофотометр, флуориметр, ГЖХ
2	Поверхностно активные вещества анионные	мг/дм ³	≤ 0,5	Флуориметр, фотометр
3	Кобальт	мг/дм ³	≤ 0,1	Атомно-абсорбционный спектрометр или атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой
4	Никель	мг/дм ³	≤ 0,02	-«-
5	Селен	мг/дм ³	≤ 0,01	-«-
6	Хром общий	мг/дм ³	≤ 0,05	-«-
7	Бенз(а)пирен	мкг/дм ³	≤ 0,005	Жидкостной хроматограф
8	Дибромхлорметан	мкг/дм ³	≤ 10	Газовый хроматограф
9	Пестициды	мг/дм ³	≤ 0,0001	Газовый и жидкостной хроматографы
10	Пестициды (сума)	мг/дм ³	≤ 0,0005	Газовый и жидкостной хроматографы
11	Тригалогенметаны (сумма)	мкг/дм ³	≤ 100	Газовый хроматограф
12	Хлороформ	мкг/дм ³	≤ 60	Газовый хроматограф
13	Перманганатная окисляемость	мг/дм ³	≤ 5,0	

А с 1 января 2022 г. (Наказ МОЗУкрани №2675 від 24.12.19) вступають в силу следующие показатели контроля качества питьевой воды, согласно Таблицы 3 Приложения 2:

№ п/п	Наименования показателей	Единица измер.	Норматив для водопроводной питьевой воды	Прибор
1	Фенолылетучие	мг/дм ³	≤ 0,001	УФ-спектрофотометр, флуориметр, ГЖХ
2	Хлорфенолы	мг/дм ³	≤ 0,0003	Газовый, жидкостной хроматографы
3	Бериллий	мг/дм ³	≤ 0,0002	Атомно-абсорбционный спектрометр (ААС ЭТА), атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-АЭС)
4	Бор	мг/дм ³	≤ 0,5	УФ-спектрофотометр, флуориметр, ИСП-АЭС, ААС
5	Стронций	мг/дм ³	≤ 7,0	ААС, ИСП-АЭС
6	Сурьма	мг/дм ³	≤ 0,005	ААС, ИСП-АЭС
7	Цианиды	мг/дм ³	≤ 0,050	УФ-спектрофотометр, флуориметр
8	Бензол	мг/дм ³	≤ 0,001	Газовый хроматограф, ПИД
9	1,2-дихлорэтан	мкг/дм ³	≤ 3	Газовый хроматограф, ЭЗД
10	Тетрахлоруглерод	мкг/дм ³	≤ 2	Газовый хроматограф, ЭЗД
11	Трихлорэтилен и тетрахлорэтилен (сумма)	мкг/дм ³	≤ 10	Газовый хроматограф, ЭЗД
13	Общий органический углерод	мг/дм ³	≤ 8,0	Анализатор ООУ

Для выполнения производственного контроля качества питьевой воды по всем этим параметрам требуется существенное увеличение финансирования лабораторий на оборудование рабочих мест, закупку новых приборов (в таблицах дан ориентировочный перечень), привлечение высококвалифицированных специалистов. Ориентировочная стоимость приборов и вспомогательного оборудования для выполнения ДСанПиНа 2.2.4-171-10 может составлять около 1 млн евро.

Следует отметить общие требования к приборам, оборудованию и фирме поставщику, вытекающие из законодательства Украины, в частности по метрологии:

1. Должны быть сертифицированными в Украине, быть в реестре приборов Госстандарта Украины, иметь сертификат Украины о подтверждении соответствия СИТ требованиям технических регламентов;
2. Должны использоваться в методиках, стандартизированных, принятых в Украине;
3. Должны обеспечивать метрологию определения соответствующих параметров согласно ДСанПіН 2.2.4-171-10: предел количественного определения не более 30% от значения параметра в ДСанПіН 2.2.4-171-10; неопределенность или погрешность результата измерения по соответствующим методикам не хуже указанных в Директиве 98/83/ЕС, для отсутствующих там параметров согласно Директивы 2009/90/ЕС;
4. Иметь методики поверки, узаконенные в Украине;
5. Иметь русифицированное программное обеспечение, инструкции и документацию;
6. Должны сопровождаться необходимыми деталями, сменными запчастями, расходными материалами, специфической посудой, реактивами, стандартными образцами для поверки и проведения анализов на несколько (3-5) лет работы при минимальной частоте полных анализов 10-20 проб в месяц;
7. Быть ремонтно пригодными (производство запчастей) на протяжении будущих 10-15 лет эксплуатации;
8. Полную конфигурацию и комплектацию приборов необходимо обсуждать и уточнять с представителями фирмы производителя или поставщика;
9. Фирмы производители должны иметь представительство и особенно сервисную службу в Украине;
10. Провести первую поверку приборов;
11. Необходимо, чтобы фирмы поставщики ставили в лаборатории методики проведения измерений с пробоподготовкой;
12. Обеспечили обучение и стажировку персонала лаборатории по методикам анализа и эксплуатации приборов.

При создании лаборатории необходимо продумать и согласовать во времени цепь событий: цель – план – подготовка помещений и коммуникаций – конечный выбор и закупка – установка и освоение. Лаборатория – это серьезный, сложный цех по производству измерений для определения качественного и количественного состава различных объектов, в нашем случае воды.

О ПРИНЯТИИ НОВОЙ ДИРЕКТИВЫ 2020/2184/ЕС О КАЧЕСТВЕ ВОДЫ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕКОМ.

ПОЛИЩУК А.А.

ООО «Инфокс» филиал «Инфоксводоканал», г. Одесса, Украина

Большинство людей, живущих в ЕС, имеют очень хороший доступ к качественной питьевой воде. Это следует из давнего законодательства ЕС, которое защищает европейцев и гарантирует им доступ к высококачественной питьевой воде. С 1980-х годов в ЕС применяются правила, требующие строгих проверок безопасности воды. Это означает, что городские сточные воды собираются и очищаются, промышленные выбросы надежно регулируются, использование химических веществ одобрено в строгих условиях и применяется целостный подход к управлению водными объектами через границы.

Договор ЕС позволяет, по меньшей мере, 1 млн граждан приглашать Европейскую комиссию для внесения законодательных предложений. В декабре 2013 года инициатива под названием «Вода и санитария является правом человека! Вода - это общественное благо, а не товар!» ('Right2Water') была представлена в комиссию. Она собрала более 1,8 миллиона подписей поддержки со стороны граждан и, следовательно, была первой Европейской общественной инициативой, успешно собравшей требуемый порог. Инициатива, в частности, предусматривала «законодательство, обеспечивающее реализацию права человека на воду и санитарии, признанное Организацией Объединенных Наций, и содействие обеспечению водоснабжения и санитарии в качестве основных государственных услуг для всех». Организаторы были приняты Европейской комиссией, и в результате целого ряда дальнейших действий появилось предложение о пересмотре Директивы по питьевой воде.

Существующие параметрические значения, установленные в Приложении I Директивы 98/83/ЕС, как правило, основаны на Руководстве Всемирной организации здравоохранения по питьевой воды. Настоящее Руководство регулярно обновляется, и в последний раз в начале 2017 года в него вносились первые поправки к четвертому изданию. В декабре 2015 года Комиссия и Европейское региональное бюро ВОЗ начали «Проект сотрудничества по параметрам питьевой воды», окончательный отчет о котором был опубликован в 2017 году. В феврале 2018 Комиссия ЕС выдвинула предложения о пересмотре Директивы о питьевой воде, ведь она была принята более 20 лет

назад. Эти дополнения учитывают последние научные знания и рекомендации Всемирной организации здравоохранения, данные многолетнего мониторинга.

16 декабря 2020 на пленарном заседании Европейского парламента была принята пересмотренная Директива по воде. Новая Директива гарантирует более безопасный доступ к воде для всех европейцев. В то же время она обеспечит высокие в мире стандарты для питьевой воды в соответствии с амбициями по нулевому загрязнению окружающей среды. Согласованный текст основывается на рекомендациях Всемирной организации здравоохранения по стандартам безопасности питьевой воды и даже выходит за их пределы. Он включает положения по контролю не только водопроводной воды, но также источников питьевой воды и систем распределения, чтобы минимизировать риск вредного воздействия загрязнения на здоровье человека и водные ресурсы. В новой редакции Директивы рассматриваются новые загрязнители, такие как микропластики, эндокринные разрушители, а также новые типы химикатов.

После утверждения Европейским парламентом пересмотренная Директива по воде является принятой. Как только закон был подписан совместно президентом Европейского парламента и президентом Совета Европейского Союза, он был опубликован в Официальном журнале Европейского Союза и вступил в силу через 20 дней. Директива опубликована 23.12.20 в журнале под №63 и вступила в силу 12.01.20. После даты вступления в силу настоящей Директивы у государств-членов есть два года для соблюдения пересмотренной Директивы по питьевой воде, то есть старая Директива будет действовать еще в течение двух лет.

Основные ее новые положения заключаются в том, что:

- Вода и санитария является правом человека! Вода - это общественное благо, а не товар!
- Повышается прозрачность по вопросам, связанным с водой, и предоставление потребителям доступа к актуальной информации.
- Усиливается использование подхода, основанного на оценке рисков.
- Вводится дополнительный список параметров контроля качества воды.

Параметры безопасности питьевой воды изменены для лучшей защиты от:

- патогенных бактерий и вирусов, добавлен контроль легионеллы;
- естественных, но вредных веществ, таких как уран или микроцистин;
- новых загрязнителей от промышленности, таких как пер- и полифторированные соединения;

– побочных продуктов дезинфекции или примесей из распределительных систем, таких как хлориты и хлораты, галоуксусные кислоты или бисфенолА.

Вместе с тем повышены предельно допустимые концентрации для бора, сурьмы, селена. Это пример того, что с появлением новых научных данных о токсичности веществ, возможно пересматривать их ПДК в воде и в сторону увеличения.

Вводится интересный механизм контрольного списка. Когда примеси, например микропластик, фармпрепараты и т.д., присутствуют в воде и вызывают определенное беспокойство относительно ее качества, они вносятся в специальный список для наблюдения. Впоследствии, при подтверждении рисков такие вещества могут переходить в основной, обязательный перечень контроля качества питьевой воды.

Большое внимание Директива уделяет вопросам мониторинга качества питьевой воды. Он делится на мониторинг соответствия и оперативный. Документ в основном регламентирует мониторинг соответствия, особенно во внутренних распределительных сетях.

В предложениях к новой Директиве по питьевой воде повышенное внимание уделяется риск ориентированному подходу к безопасности воды. Устанавливается общий подход, основанный на оценке риска, а также вводятся общие обязательства, связанные с оценками рисков - регулярные обновления и обзоры, а также сроки составления оценок риска. В связи с этим вводится несколько новых статей. Оценка опасности водоемов (водосборных бассейнов), используемых для забора воды, предназначенной для потребления человеком. Оценка риска систем водоснабжения. Оценка риска систем внутреннего распределения. Эти новые статьи вводят обязательства, связанные с проведением оценки опасности, в частности:

- Выявление точек риска,
- Выявление опасностей и источников загрязнения,
- Мониторинг параметров, относящихся к выявленным опасностям и источникам загрязнения.

Производители пищевых продуктов, имеющие собственный источник воды, используемой в производственных целях, а также имеющие систему оценки рисков ХАСП, не обязаны выполнять новую Директиву. Вводится статья о правилах о наказании за несоответствие. Украина в 2014 году подписала Договор об ассоциации с ЕС. Согласно ему мы взяли на себя обязательства имплементировать нормы ЕС, в том числе и Директиву о питьевой воде.

Литература. Official Journal of the European Union, Volume 63, 23 December 2020, Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption (recast).

ПРОБЛЕМЫ ВОДОСБЕРЕЖЕНИЯ ГОРОДОВ**ПРОГУЛЬНЫЙ В.И.***Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
г. Одесса, Украина*

Экономное и эффективное использование воды, поступающей из источников, должно планироваться и осуществляться в двух направлениях. Понятно, что использование воды непосредственными водопользователями является первым и наверное - наиболее привлекающим внимание всех, кто нацелен на водосбережение. Но есть второе направление, которое не должно оставаться вне сферы интересов участников водохозяйственного комплекса. Не меньшие, если не большие резервы находятся в руках управляющих - менеджеров водного сектора. Они заключаются в рассогласовании потребностей водопользователей и объёмов водоподачи, в её неравномерности и нестабильности, в тех колебаниях расходов, которые имеют место в любой водохозяйственной системе.

Для распространения опыта и результатов этих проектов в широких масштабах могут быть рекомендованы следующие основные направления водосбережения в регионе:

- совершенствование системы учета воды: исключить из Государственного реестра допустимых к применению водосчетчиков те счетчики, которые не отвечают современным требованиям (низкий порог чувствительности и отсутствие противомангнитной защиты), как это сделано в Литве, Румынии и Польши; в Закон Украины "О питьевой воде и питьевом водоснабжении" внести изменения и дополнения, предусматривающие обязательность установки приборов учета воды на всех технологических стадиях подъема, перекачки, очистки воды и стоков и отчетности только по этим приборам;

- введение прогрессивной системы платы за воду через установление поощрительных ступенчатых тарифов, а также штрафных санкций за объемы воды, использованной сверх нормативов и т.д.;

- пересмотр всех нормативов водопользования на основе научно-обоснованных компьютерных программ, позволяющих успешно облегчить процесс планирования водопользования и одновременно учесть особенности различных объектов, а также создать основу для оперативной корректировки норм водопотребления при различной водообеспеченности;

- на основе этих норм, пересмотр лимитов водопользования, которые в настоящее время в большинстве своем завышены, что приводит к большим

организационным потерям, излишним затратам средств и повышению нагрузки на сооружения водоснабжения;

- пересмотр схем водоснабжения с целью определения реальных потребностей в воде, необходимых мощностей насосного оборудования, распределения водных потоков и оптимизации давления в распределительной сети. Внедрение этого мероприятия позволит в первую очередь уменьшить потери воды в системе, уменьшить реальные объемы ее подачи, а, следовательно, и перекачки, и сократить утечки из внутренних систем зданий;

- создание системы новых проектов водосбережения, как первоочередных объектов показательного водопользования;

- введение организационных мер, а также технологий, направленных на борьбу с потерями воды или ее непроизводительным использованием: замена морально устаревшего и физически изношенного насосного оборудования на современное (с высоким КПД) в соответствии с потребностями системы. Это позволит оптимизировать давления в распределительной сети, уменьшить водопотребление и утечки из внутренних систем зданий, снизить аварийность сети, а это все вместе позволит уменьшить энергопотребление системы водоснабжения;

- создание консультативной службы для водопользователей по рациональному использованию водных ресурсов и достижению потенциальной продуктивности воды.

Наряду с организационными и техническими мерами по организации водосбережения, большое значение имеет управление спросом на воду на основе государственной политики, направленной на рациональное использование водных ресурсов, которая включает:

- создание правовой базы водопользования и поддержки водопользователей;

- внедрение на государственном уровне экономических стимулов водосбережения как на уровне водопользователей, так и на уровне водохозяйственных организаций;

- образовательная программа водосбережения, начиная со школы;

- поощрение энтузиастов водосбережения путем распространения их опыта и создания им положительного имиджа;

- тренинг водопользователей и система ознакомления;

- производство техники, инструментов и приборов, для обеспечения экономного расходования воды;

- поддержка государством снабжения приборами учета воды водопользователей.

Внедрение передовых и экологически приемлемых технологий должно иметь хорошо продуманный механизм политической среды (финансовых, организационных, юридических и технических инструментов). Даже в рамках Европейской рамочной директивы по воде отмечаются медленные темпы внедрения этих технологий, что объясняется рядом объективных причин:

- высоко экологическое и высоко технологическое дорогостоящее оборудование. Для этого должны быть введены определенные скидки или поощрения инвесторам, например, в размере цены формирования водного ресурса, который эта технология возвращает в жизнь (в противном случае, эти средства должны были бы изыскиваться государством в более значительных размерах);

- внедрение водосберегающих технологий бытового назначения (водопроводные краны, душевые устройства, унитазы и др.) позволяющее значительно снизить потребление воды на 1 человека;

- процедуры конкурсов на выполнение тех или иных работ обычно ориентируются на стоимостные затраты и традиционно тендер присуждается тем, кто дает меньшую цену. Но новая технология не может быть дешевле - она выгодна обычно в долговременном и экологическом аспектах. Стало быть, конкурсные условия и критерии должны быть принципиально изменены в пользу общественно выгодных решений;

- установленные цены на воду, основанные на полной компенсации всех затрат + прибыль, вряд ли будут способствовать более технологическим и экологическим решениям, так как они рассчитаны на базовый объем водопотребления и водоочистки и, кроме того, на определенную технологию. Местные органы власти, заинтересованные в сохранении природы должны взять на себя часть затрат на экологические технологии.

Природная вода является необходимым условием обеспечения комфорта среды обитания человека, а также стратегическим национальным продуктом, принадлежащим не только настоящим, но и будущим поколениям. Для сохранения, защиты и эффективного использования природной воды необходимо разработать соответствующую национальную систему нормативного обеспечения, а также технические рекомендации по проектированию сберегающих систем водоснабжения и водоотведения.

РЕКОНСТРУКЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ВОДИ У СИСТЕМАХ ВОДО- ТА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

РЕПКО К.Ю., МАНОЙЛО Є.В., МОЇСЄЄВ В.Ф.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна*

Однією з найбільш гострих проблем, що виникають при експлуатації систем водо - і теплопостачання та теплоенергетичних установок, є внутрішня корозія, яка призводить до скорочення терміну експлуатації обладнання і трубопроводів теплових мереж, ТЕС і котельень. До найбільш поширених і небезпечних корозійно-агресивних газів відноситься двоокис вуглецю.

Велика кількість CO_2 , що значно перевищує рівноважну, утворюється за рахунок руйнування бікарбонатних іонів при пом'якшенні або демінералізації води з використанням катіонування, підкислення або зворотного осмосу [1].

Декарбонізація води передбачає видалення з неї CO_2 до залишкової концентрації, близької до рівноважної в системі «вода-повітря». Оскільки парціальний тиск CO_2 в повітрі значно менше рівноважного тиску цього газу у воді, двоокис вуглецю може десорбуватися (видалятися) з води у повітря. Чим більше поверхня зіткнення фаз вода-повітря, тим ефективніше йде процес десорбції.

Використання декарбонізаторів дозволяє знизити концентрацію розчиненого CO_2 у воді до 3-5 мг/кг. Слід зазначити, що в технології водопідготовки для теплоенергетики, декарбонізація є відповідальним процесом, оскільки розчинність CO_2 у воді залежить від низки факторів, що змінюються (вмісту CO_2 в повітрі, температури, мінералізації, лужності води).

Обґрунтування вибору конструкції декарбонізатора для кожного випадку носить, як правило, індивідуальний характер.

Поширеним типом декарбонізаторів є протитечійні плівкові апарати з невпорядкованою насадкою, які мають високу масообмінну ефективність і відносно низькі експлуатаційні витрати при великих габаритах і високій матеріаломісткості установки. Залишкова концентрація CO_2 в рідкій фазі залежить від температури, швидкості потоку води, типу і обсягу насадки, а також від витрати повітря і не завжди відповідає технологічним вимогам.

Декарбонізатори є досить енергоємними апаратами. Для їх роботи необхідні витрати енергії на нагрів води і на подачу десорбційного агента - повітря, які залежать від встановлюваної температури води і необхідної витрати повітря. Ці

параметри процесу підтримуються постійними. При аналізі роботи існуючих декарбонізаторів виявлено, що в ряді режимів необхідна якість декарбонізованої води не досягається, в деяких випадках - залишковий вміст CO_2 виявляється менше заданої величини, а витрати на декарбонізацію - завищеними. Декотрі дослідники для досягнення необхідної ефективності десорбції CO_2 (вимога по залишковій концентрації CO_2 у воді не більше 3 мг/л) пропонують включати в технологічну схему послідовно по повітрю до 3-х декарбонізаторів, що істотно збільшує, як капітальні так і експлуатаційні витрати і не завжди (сезонно) забезпечує необхідний ступінь вилучення CO_2 [3].

Була досліджена можливість інтенсифікації процесів десорбції вуглекислоти в трифазному пінному шарі, в якому всі характеристики ефективності K , $\Delta C_{\text{сер}}$ та F збільшуються одночасно при роботі в активному гідродинамічному режимі.

Пінний шар утворюється на провальних тарілках декарбонізатора при роботі в зі зваженою насадкою певної конструкції. Повітря нагнітається в камеру під провальну тарілку і потім проникає через її отвори в шар води (тарілка апарату спільно з трифазним газорідним шаром на ній називається секцією).

У процесі досліджень десорбції вуглекислоти в пінному шарі було отримано певну кількість дослідних даних, які оброблялися на основі теорії подібності та аналізу розмірності. В результаті отримали критеріальні рівняння, що описують процеси десорбції вуглекислоти в пінному шарі. Отримані рівняння дозволяють перейти до розрахунку трифазних пінних декарбонізаторів.

Відомо, що ефект декарбонізації води не залежить від величини початкової концентрації газу у воді. Теоретичне обґрунтування отримано наступним чином. Для систем, що підкоряються закону Генрі (слабо концентровані водні розчини), число одиниць переносу t на кожному наступному шаблі є величина постійна [3].

$$m = \frac{C_{\text{вх}} - C_{\text{вих}}}{\Delta C_{\text{сер}}} = \frac{C_{\text{вх}} - C_{\text{вих}}}{(C_{\text{вх}} - C_{\text{вих}}) / (2,31 \lg C_{\text{вх}} / C_{\text{вих}})} = 2,31 \lg C_{\text{вх}} / C_{\text{вих}} = \text{const}$$

де $C_{\text{вх}}$, $C_{\text{вих}}$ – концентрація газу на вході та виході зі секції; $\Delta C_{\text{сер}}$ - середня рушійна сила процесу на даній секції, яка визначається зазвичай за формулою:

$$\Delta C_{\text{сер}} = \frac{C_{\text{вх}} - C_{\text{вих}}}{2,31 \lg C_{\text{вх}} / C_{\text{вих}}}$$

Права частина рівності залишається постійною в тому випадку, коли і чисельник, і знаменник змінюються прямо пропорційно

$$\lg \frac{C_{\text{вх}}}{C_{\text{вих}}} = \lg \frac{E \cdot C_{\text{вх}}}{E \cdot C_{\text{вих}}} = \text{const}$$

Отже, якщо коефіцієнт пропорційності E , внесений у формулу для розрахунку ефекту дегазації, не змінює його величину, то ефект дегазації не повинен залежати від концентрації розчиненого газу (в межах застосування закону Генрі). А саме

$$K = \frac{C_{\text{ex}} - C_{\text{вих}}}{C_{\text{ex}}} = \frac{E \cdot C_{\text{ex}} - E \cdot C_{\text{вих}}}{E \cdot C_{\text{ex}}} = \text{const}$$

Цій доказ призводить до важливих наслідків, так як стає можливим розраховувати необхідну кількість секцій дегазатора по заданій ефективності дегазації і відомому ефекту дегазації на одній секції.

Після визначення необхідної кількості секцій пінного дегазатора по заданій інтенсивності руху води знаходять діаметр дегазатора, по заданій швидкості повітря в перерізі апарату знаходять витрати повітря, а за даними гідродинамічного опору секції визначають загальний опір дегазатора. Після визначення геометричних розмірів дегазатора по відомій витраті повітря і гідродинамічному опору дегазатора (з урахуванням втрат напору) підбираються вентилятор і електродвигун до нього.

Порівняння пінних дегазаторів з барботажними та плівковими дегазаторами показує, що швидкість масопередачі в пінному трифазному шарі в 6 разів вище, а витрати енергії на подачу повітря на порядок нижче, ніж в декарбонізаторах із суцільним барботажним шаром.

Зазвичай перед проектувальниками стоїть завдання спростити технологічну схему і скоротити експлуатаційні витрати при забезпеченні надійності за рахунок виключення зі схеми водопідготовки апаратів з обертовими механізмами, зокрема, деяких конструкцій декарбонізаторів і заміною їх на більш досконалі та надійні зразки.

Ефективність масообміну в трифазних пінних декарбонізаторах які працюють в стабільному пінному режимі підтверджує, що обрана конструкція секцій спричинює інтенсивне перемішування взаємодіючих фаз, стримування газовмісту у певному діапазоні та зростання величини поверхні контакту фаз і швидкості її оновлення. Тому для подальшої інтенсифікації декарбонізаторів можливо використання запропонованої конструкції секцій із трифазним пінним шаром зі зваженою насадкою [4].

Промислова реалізація абсорбційних процесів у пінному шарі та використання методу стабілізації газорідного шару значно розширює сферу застосування пінних апаратів і відкриває нові можливості інтенсифікації технологічних процесів. Використання сучасних конструкцій рухомих насадок

у комбінації із стабілізаторами пінного шару дозволяє модернізувати діючі технологічні установки [5].

Отримані результати та запропоновані конструкції дозволять забезпечити ефективно видалення вільного двоокису вуглецю в процесі протикорозійної обробки води із застосуванням пінних трифазних декарбонізаторів при організації економічної роботи систем водопідготовки для ТЕЦ і котельень.

Література

1. Карелин В.А. Водоподготовка физико-химические основы процессов обработки воды: Учебное пособие/ В.А. Карелин. – Томск: Изд-во томского политехнического университета, 2012. – 97 с.
2. Кишневский, В.А. Технологии подготовки воды в энергетике / В.А. Кишневский. - Одесса: Феникс, 2008. – 400 с.
3. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М. 1971. – 784 с.
4. В.Ф. Моїсєєв, Є.В. Манойло, Н.Г. Пономарьова, К.Ю. Репко, Д.В. Давидов. Методологія розрахунку режимно-конструктивних і гідродинамічних параметрів пінних апаратів для процесів масообміну/ Вісник НТУ «ХП»: Серія "Нові рішення у сучасних технологіях" - № 16, 2018, С. 165 – 176.
5. Стабілізатор пінного апарата: Пат. № 138876 U Україна, МПК В01D47/00. №u201905820; Заявлено 27.05.2019; Надрук. 10.12.2019, Бюл. №23. 2019.

МОЖЛИВОСТІ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ АНАЕРОБНОГО ЗБРОДЖУВАННЯ ОСАДІВ СТІЧНИХ ВОД ЗІ ЗБІЛЬШЕННЯМ КІЛЬКОСТІ ОТРИМУВАНОВОГО БІОГАЗУ

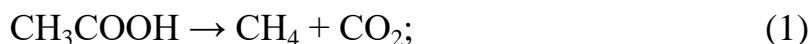
СОРОКІНА К.Б.

*Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова, м. Харків, Україна*

Стабілізацію осадів стічних вод проводять для руйнування органічної частини речовини, що біологічно розкладається на діоксид вуглецю, метан і воду.

Продукт анаеробного бродіння – біогаз – є багатоконпонентним газом, склад якого варіюється залежно від вихідної сировини, умов та часу бродіння.

Метаногенез, під час якого оцтова кислота розкладається до метану, вуглекислого газу і води, описують рівняннями:



В кінцевому рахунку біогаз, отриманий внаслідок ферментації, наприклад, відходів тваринництва містить такі компоненти: CH_4 – 53–75 %, CO_2 – 20–44 %, H_2S – 1–5 %, H_2 – 0,5–2 %, в кількості менше 1 % сумарно NH_3 , N_2 і O_2 .

Можна виділити наступні фактори, що впливають на процес анаеробного зброджування:

- 1) підтримка анаеробних умов в реакторі;
- 2) підтримка оптимальної температури;
- 3) наявність в сировині органічних і мінеральних живильних речовин;
- 4) час зброджування;
- 5) доза завантаження сировини;
- 6) кислотно-лужний баланс;
- 7) співвідношення вуглецю і азоту в перероблюваній сировині.

Підвищення ефективності процесу метанового бродіння може здійснюватися рядом способів:

– мікробіологічними способами – за рахунок інтенсифікації життєдіяльності мікроорганізмів, зокрема, створення високоактивних штамів мікроорганізмів, які вирощують в спеціальних культиваторах і вносять у вигляді закваски в реактор;

- створенням стимулюючих добавок;
- іммобілізацією мікроорганізмів на різних носіях;
- впровадженням коферментації;

– інтенсифікацією процесу отримання біогазу за рахунок конструктивно-технологічних рішень.

Застосування таких технічних рішень дозволить підвищити кількість і якість вироблюваного біогазу, а також одержуваних органічних добрив.

В якості сировини для виробництва біогазу можуть використовувати як органічні агропромислові, побутові відходи, осад стічних вод, так і рослинну сировину – силос кукурудзи, трав'яний силос, зерно і силос злакових культур. Найбільш придатними для виробництва біогазу видами відходів є гній свиней та великої рогатої худоби, послід птиці; бадилля овочевих культур; некондиційний урожай злакових та овочевих культур, цукрових буряків, кукурудзи; жом і меляса; барда спиртова; мучка, дробина, дрібне зерно, зародок; дробина пивна, солодові паростки, білковий відстій; відходи крохмале-патокового виробництва; вичавки фруктові та овочеві; сироватка і маслянка.

Під поняттям «коферментація» мається на увазі бродіння осаду стічних вод разом з іншими органічними речовинами. Коферментаційні установки на сьогоднішній день живлять енергетичними рослинами, тобто рослинами, спеціально вирощеними для біогазових установок, і органічними відходами.

Серед органічних відходів, які використовують для коферментації в біогазових установках, розрізняють три групи:

- відходи рослинництва;
- відходи переробки і споживання продуктів харчування;
- комунальні органічні відходи.

При цьому реалізація коферментації на підприємствах залежить від наступних факторів:

- характеристики відходів (кількість, якість);
- можливість застосування на сільськогосподарських площах;
- рівень техніки, що використовується;
- рівень цін на обладнання.

Під час коферментації з органічними відходами проявляється цікаве об'єднання енергетичної галузі та сфери використання (утилізації) промислових відходів, оскільки з відходів виробляють електрику і тепло.

Рослинний субстрат дає значно більший вихід біогазу порівняно з відходами тваринного походження, що пояснюється більш високим вмістом різних факторів росту (таких як, амінокислоти і редуруючі цукри). У зв'язку з цим

одним із перспективних напрямків підвищення виходу біогазу і є спільне зброджування відходів рослинного і тваринного походження, додавання їх до стічних вод та ін. При цьому вихід біогазу визначається експериментально і є індивідуальним для різних господарств.

Наприклад, відомо, що змішування курячого посліду та осаду стічних вод дозволяє підвищити вихід біогазу на 34–40 % порівняно зі збродженням зазначених відходів окремо один від одного, а внесення збродженої в анаеробних умовах суміші осаду стічних вод та свинячого перегною в співвідношенні 1:2 збільшує швидкість росту пшениці на 27–28 % порівняно з контролем (без внесення добрив), а також на 10–12 % порівняно з контролем (внесення свинячого гною)

Кількість субстратів / видів відходів, що використовують для виробництва біогазу в межах однієї біогазової установки, може варіюватися від одного до десяти і більше. Залежно від типів і кількості видів застосовуваних субстратів існують різні варіанти технологічних схем біогазових станцій.

Загальний принцип роботи всіх біогазових установок однаковий: після збору й підготовки сировини, що полягає в доведенні її до потрібної вологості в спеціальній ємності, вона подається в реактор, де створюються умови для оптимізації процесу переробки сировини. Найбільш ефективними, з погляду вироблення біогазу й одержання біодобрив, є установки безперервного завантаження.

У разі застосування декількох субстратів, що відрізняються властивостями, наприклад, рідких і твердих відходів, їх накопичення, попередню підготовку (подрібнення, біоактивізацію, підігрів, гомогенізацію або іншу фізико-хімічну обробку) проводять окремо, після чого їх або змішують перед подачею в біореактори, або подають роздільними потоками.

Використання попередньої підготовки органічного субстрату в ряді випадків дозволяє домогтися збільшення швидкості й ступеня розпаду сировини в біореакторах, а отже – загального виходу біогазу.

Серед результатів попередньої обробки біологічної сировини можна виділити наступні:

- висока ступінь подрібнення і гомогенізації сировини;
- зменшення періоду зброджування біомаси та, як наслідок, можливість будівництва біогазових установок менших розмірів, що призводить до значної економії капітальних витрат;

- вивільнення природних ензимів, які є біологічними каталізаторами процесу зброджування біомаси;
- стабілізація біологічних процесів, що призводить до відсутності піноутворення і утворення кірки у верхній частині біореактору;
- процентний вміст метану в біогазі збільшується до 70–75 %.

В загальному випадку під час зброджування на поверхні сировини з'являється кірка, яку потрібно руйнувати, перемішуючи сировину. Перемішування здійснюється за допомогою спеціальних пристроїв всередині реактора й сприяє вивільненню біогазу, що утворився, із сировини.

Отриманий біогаз після очищення збирається й зберігається до часу використання в газгольдері. Від газгольдера до місця використання біогаз проводять газовими трубами.

Перероблена в реакторі біогазової установки сировина, що перетворилася у біодобрива, вивантажується через вивантажувальний отвір і може вноситися в ґрунт або використовуватися як кормова добавка для тварин.

Таким чином, коферментація осадів стічних вод, сільськогосподарських відходів та інших органічних субстратів є перспективним способом зниження вмісту біорозкладаних відходів у місцях їх складування (звалища, полігони ТПВ, мулові майданчики та ін.), що дозволить значно зменшити антропогенне навантаження на навколишнє середовище. Також процес спільного зброджування пов'язаний з утворенням цінних продуктів – палива у вигляді біогазу і, за відсутності важких металів в очищуваних стічних водах, – біодобрива.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

ЧУБ І.М., ТКАЧОВ В.О.

Харківський національний університет міського господарства

Імені О.М. Бекетова

КОЗИР Н. І.

Харківська загальноосвітня школа I-III ступенів №98 Харківської міської ради

Харківської області

Головними джерелами забруднення води важкими металами є гальванічні цехи, підприємства чорної і кольорової металургії, машинобудівних заводів та ін. Потрапляючи разом зі стічними водами у водойми без належного ступеня очистки, іони важких металів порушують хід природних біологічних процесів, знижують якість природних вод, впливають на санітарні умови життя і здоров'я людей. Тому методам вилучення іонів важких металів зі стічних вод приділяється особлива увага.

Аналіз існуючих технологій очистки стічних вод гальванічних виробництв та машинобудівельних підприємств показав, що найбільш ефективні методи очищення стічних вод можна, умовно, розділити на: фізичні – седиментація, механічне фільтрування; хімічні – реагентне осадження, нейтралізація; електрохімічні – електрофлотація, електроосадження, та фізико-хімічні – випарювання, адсорбція, іонний обмін. Усі методи мають переваги та недоліки але для глибокого видалення іонів важких металів (ІВМ) застосовуються сорбційні методи, як більш раціональні та екологічні.

Аналіз сорбційних методів встановив, що існують різні сорбенти. Сьогодні перспективними вважаються сорбенти з відходів промисловості та сільського господарства, а також природні мінеральні речовини. У зв'язку із цим розробка і застосування нових екологічних методів, спрямованих на досягнення потрібного ефекту очищення стічних вод від ІВМ є очевидним та необхідним.

Для глибокого видалення іонів важких металів зі стічних вод сорбційними методами було приділено увагу вибору сорбенту.

Як правило, в якості сорбентів використовують активоване вугілля, так як останнє має високу сорбційну ємність. Однак, багатьма дослідниками у якості сорбентів розглядаються відходи різних виробництв: золи, ферітизованих шлаків тощо. Сорбційні технології забезпечують ступінь очищення

гальванічних стоків до 95-99%. Можливо також застосування природних адсорбентів - цеолітів, брусита, монтмориллоніта, ірліта, бентоніту та ін. Гідроксиди полівалентних металів: заліза (III), титану (IV), цирконію (IV) та ін., відносяться до сорбційних матеріалів високої селективності, про що свідчать численні наукові роботи. Найбільш поширеним сорбентом є оксид тривалентного заліза завдяки його амфотерним властивостям. Залежно від умов він може мати або основні або кислотні властивості та сорбувати як аніони так і катіони. Дешевим джерелом гідроксида заліза можуть бути металеві стружки - відходи виробництва.

Гідроксид заліза отримують шляхом електрохімічного розчинення сталевих відходів. Сутність запропонованої технології зводиться до того, що попередньо в окремому електролізері проводиться анодне розчинення металевих відходів з отриманням суспензії електрогенерованого сорбенту, який потім використовується в реакторі, де відбувається змішування його зі стоками що очищуються.

Генератор сорбенту – це спеціальна ємність, де розміщена електродна система, яка складається з касет-анодів та пластинчастих катодів. У процесі електролізу буде утворюватися гідроксид. Композиційний свіжеотриманий сорбент гідроксид заліза (III) має розвинену питому поверхню.

Для застосування дослідженого сорбенту була вдосконалена технологічна схема, до складу якої входить генератор сорбенту і реактор, в якому здійснюється очищення від іонів важких металів.

Реактор складається з 3-х частей. Перша камера грубого очищення, до складу якої входять: трубопровід подачі реагентів (кислоти, луги), віддзеркалюючий фільтр (фільтр завантажений доломітом або керамзитом), трубопровід подачі свіжого сорбенту з накопичувача сорбенту, трубопровід подачі невідпрацьованого сорбента з другої камери реактора через циркуляційний насос.

Друга камера (це 2 –й ступінь очищення) складається з: трубопроводу подачі свіжого сорбенту, камери відділення, віддзеркалюючого фільтру, трубопроводу циркуляції невідпрацьованого сорбенту, відстійної зони.

Третя камера заповнена фільтруючим завантаженням, де відбувається попереднє відстоювання – фільтрування. Реактор компактний та не займає великої площі.

Для порівняння запропонованої технології застосування електрогенерованого сорбенту, одержуваного з відходів штампування – сталеві стружки тощо, з

традиційним реагентним методом, було вивчено процес обробки стоків від наступних іонів важких металів: Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{4+} . Результати досліджень показали, що найбільш ефективно видалення згаданих металів відбувається при рН 7-9, що дозволяє зменшити концентрації іонів металів у воді до допустимих норм. Процес був успішно застосований для очищення стоків гальваніки. Допустимі норми Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cr^{4+} та інших забруднювачів були досягнуті вже через 10-20 хвилин. Метод застосування електрогенерованого сорбенту, одержуваного з відходів штампування сталевий стружки показав себе більш ефективним і більш швидким у порівнянні з реагентним методом.

Вивчено сорбційні властивості гідроксиду заліза (III) та механізм сорбції катіонів важких металів. Середня ємкість важких металів отриманим гідроксидом заліза складає 2,5 – 3 мг/г. Результати експериментів показали, що нагрівання дозволяє збільшити ємкість сорбенту на 80%.

Встановлено наступні переваги обробки стоків за допомогою отриманого сорбенту: можливість очищувати різні стоки в одному потоці; осад що утворюється не є токсичним та може бути використаний як вторинні ресурси для виробництва кераміки, черепиці і будівельних матеріалів, а очищена вода може бути повернена у виробництво.

***ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У МІСЬКОМУ ТА
КОМУНАЛЬНОМУ ГОСПОДАРСТВІ***

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ МОНОЛИТНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ

АФАНАСЬЕВ Б.А., БОЧОРОШВИЛИ Г.Д., КЕРШ В.Я., ХЛЫЦОВ Н.В.
Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Украина

Совершенствование энергоэффективности жилых и гражданских зданий, становится особенно актуальным в связи с постоянным удорожанием энергоносителей. В данное время около 40% всей вырабатываемой тепловой энергии расходуется на обслуживание существующего жилого фонда. Как показывает анализ, через ограждающие конструкции здания в окружающую среду теряется значительное количество тепловой энергии. В зависимости от конструкции и высоты зданий, эти потери составляют до 60% общего расхода энергии на цели отопления и вентиляции. Повышение уровня тепловой защиты ограждающих конструкций зданий позволяет значительно снизить затраты на отопление. Достичь этого можно выполнением за счет применения многослойных ограждений с эффективным утеплителем.

В соответствии с ДБН В.2.6-31:2016 «Тепловая изоляция зданий» по условиям энергосбережения в качестве нормируемой величины принимается удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период. Величина расчетного удельного расхода тепла проектируемого здания - на 1 м² отапливаемой площади здания (кДж/м² за год), должна быть меньше или равна требуемому значению. Обеспечение этого требования достигается за счет выбора соответствующего уровня теплозащитных качеств отдельных ограждающих конструкций здания, его объемно-планировочного решения, типа, эффективности и метода регулирования используемых систем теплоснабжения и вентиляции.

Установленные действующими нормами требования к сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций в Украине, приближают наши дома по энергоэффективности к европейским застройкам. Тепловая оптимизация ограждающих конструкций сложных форм требует отдельного детального анализа узлов для предотвращения «мостиков холода», промерзания мест примыкания деталей и расположения фронта точек росы, реальное определение которых

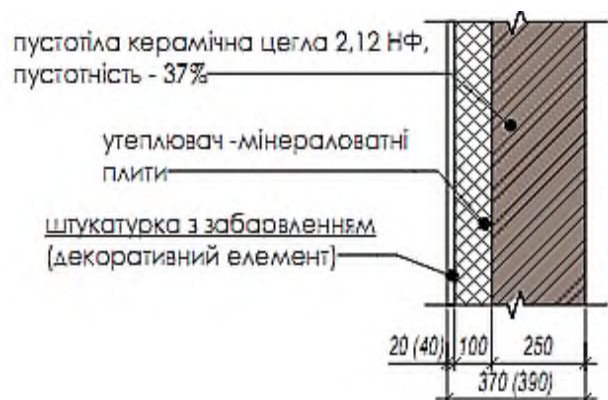


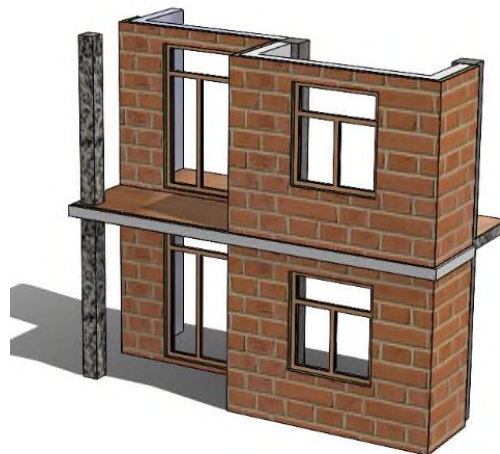
Рис. 1. Конструкция внешней стены

измерительными средствами сложно и трудоемко.

Кратко рассмотрим применение систем инженерного анализа для моделирования теплопотерь здания на примере строящегося 5-ти этажного многоквартирного жилого дома с техническим этажом. Конструктивная схема здания - монолитно каркасная с ограждающими стенами из пустотелого керамического кирпича 250мм с утеплителем из минераловатной плиты 100мм.

Процесс моделирования конструкции здания в общем случае состоит из нескольких этапов:

- построение 3D моделей отдельных элементов конструкции здания, создание сборочного узла необходимого для расчетов;
- выбор параметров материалов для 3D моделей;
- выбор тепловых нагрузок, действующих на 3D модель;
- расчет тепловых полей и тепловых потоков в здании.



Анализируемый узел – балконная плита (продолжение монолитного перекрытия) с примыканием к стенам и опиранием на колонны (рис 2.). Процесс построения и расчетов проводился в программе SolidWorks Simulation[1]. Построены 3D модели анализируемой конструкции узлов. в монолитных конструкциях балконов и плит перекрытия и поиск решения по их исключению.

Рис. 2. 3D модель фрагмента конструкции здания

На рис. 3 приведено распределение температур в сечении стен без изоляции балконной плиты, где хорошо виден мостик промерзания плиты перекрытия на глубину около 0,15м от наружной стены.

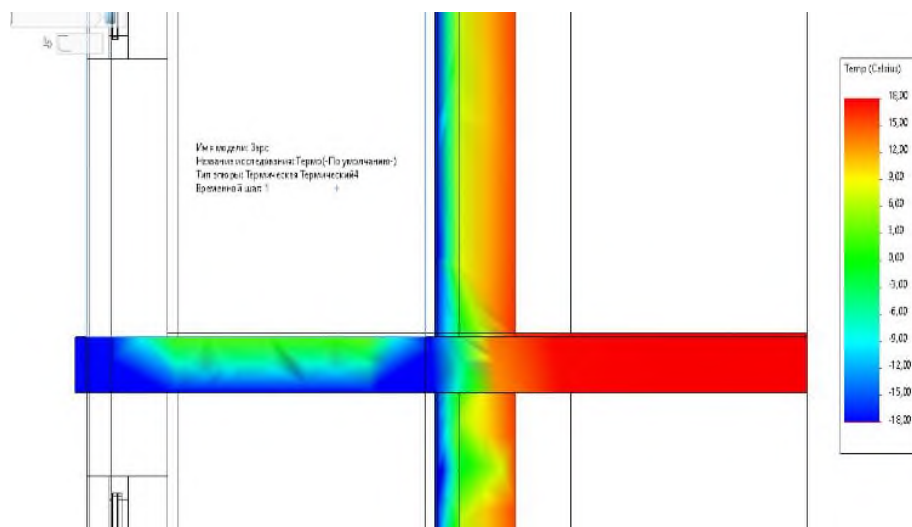


Рис. 3. Распределение температур

Для расчета теплотерь с поверхностей балконной плиты проведен анализ плотности тепловых потоков. На рис. 4 (а) показан результирующий тепловой поток и график изменения теплового потока (б) по сечению балконной плиты без покрытия изоляцией на верхней и нижней поверхностях.

Расчеты проводились при следующих параметрах: минимальная наружная температура -18°C ; температура в помещении $+18^{\circ}\text{C}$; Зная плотность теплового потока и площадь поверхности узла ограждения, можно рассчитать теплотери. Например, потери тепла с верхней плоскости неизолированной части балкона составляют 165 Вт. В сечении балкона на границе изоляции - 120 Вт.

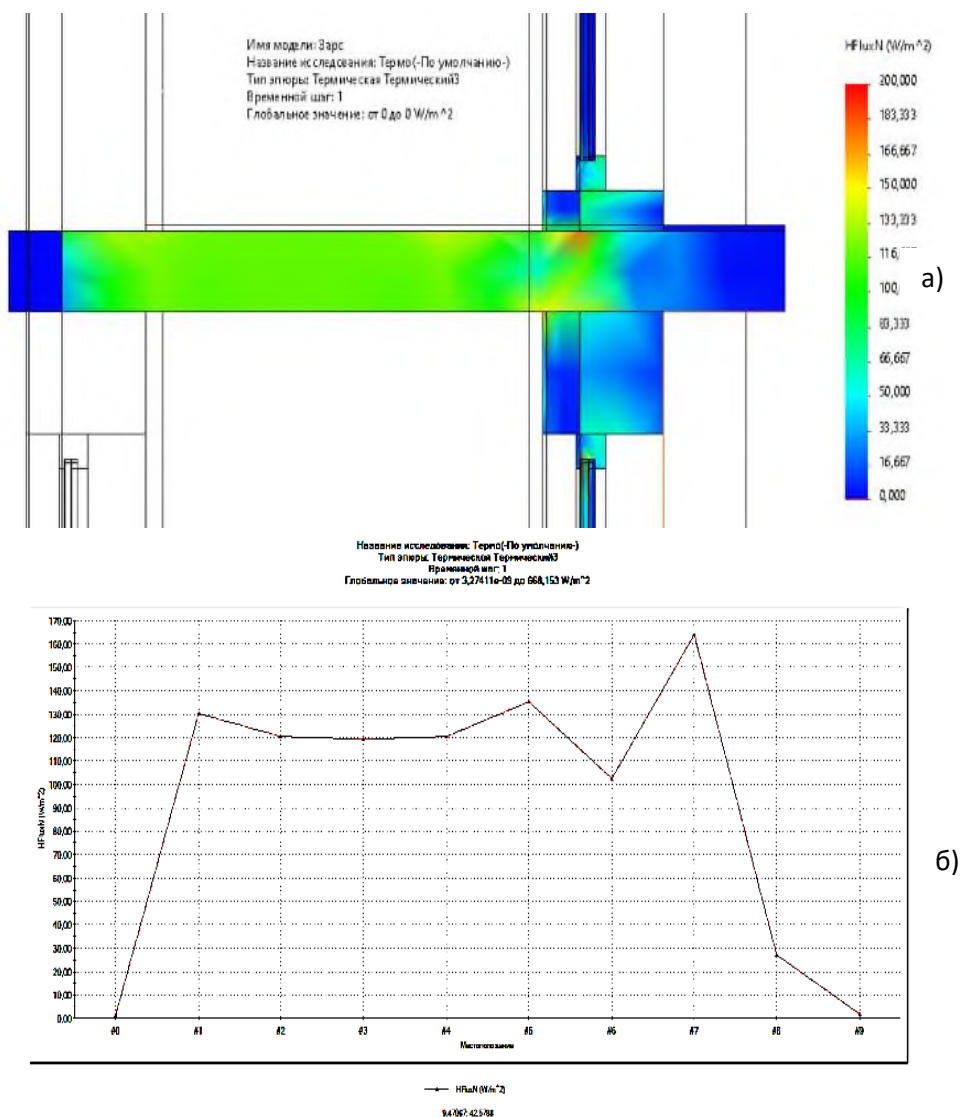


Рис. 4. Результирующий тепловой поток (а) и изменение теплового потока по сечению плиты без теплоизоляции (б)

Последующий анализ распределения температур позволил обосновать размеры и форму изоляции открытых балконных плит, что привело к улучшению теплозащитных свойств конструкции и экономии материалов. На

рис. 5. представлены температурное поле в центральном сечении балкона с частичным покрытием изоляцией – сверху $\delta=30$ мм и снизу $\delta=20$ мм.

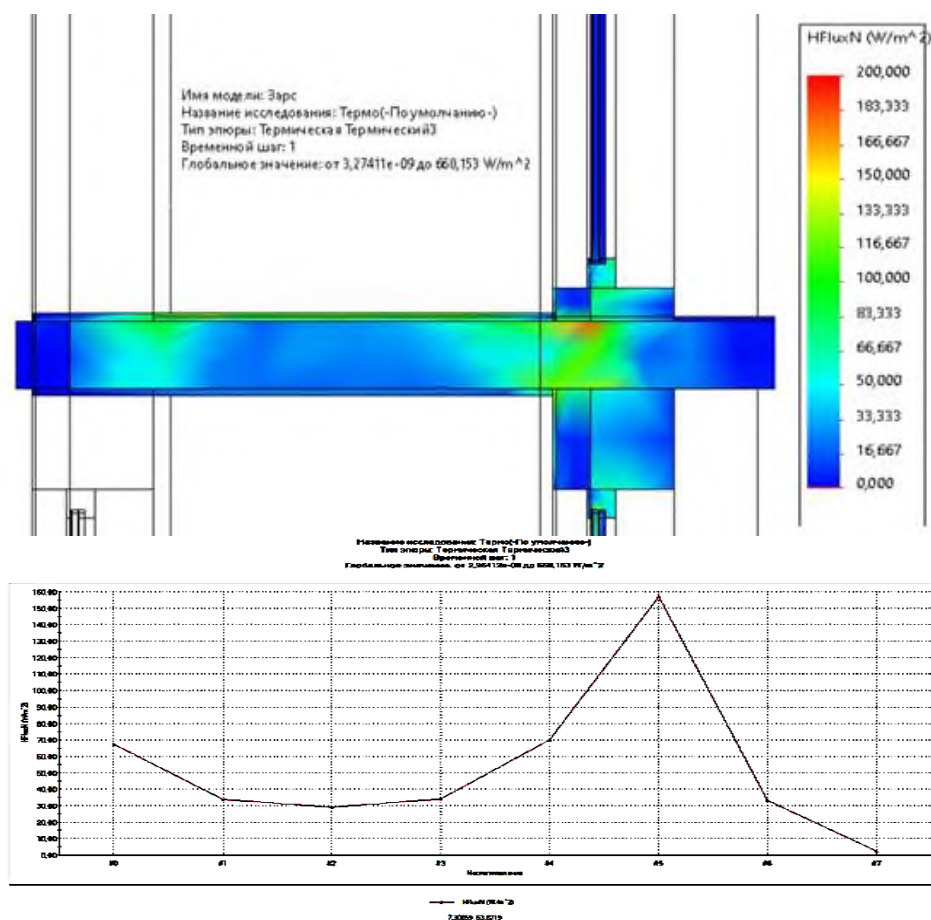


Рис. 5. Результативный тепловой поток (а) и изменение теплового потока по сечению плиты с теплоизоляцией (б)

Потери тепла с верхней плоскости изолированной части балкона 90 Вт. В сечении балкона на границе изоляции - 30 Вт.

Таким образом, на основе численных расчетов 3D модели фрагмента конструкции здания были рассчитаны значения температур и их распределение на верхней и нижней поверхностях плиты балкона, а также плотность теплового потока (Вт/м²) при частичной изоляции монолитной плиты балкона. Проведенное твердотельное моделирование позволило оптимизировать параметры тепловой защиты внешних конструкций здания для обеспечения минимальных теплопотерь. В соответствии с полученными результатами разработаны рекомендации по минимизации теплопотерь с поверхности ограждающих конструкций здания.

1. Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 448 с.

СОНЯЧНІ ТЕПЛОВІ ТА ФОТОЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ ІНТЕГРОВАНІ У ФАСАДНІ КОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ

АФАНАСЬЄВ Б. А., ЧЕРНЕНКО А.А.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м.Одеса, Україна

Склопрозорі фасади, та великі поверхні скління крім відомих переваг, мають недоліки пов'язанні з надмірною інсоляцією, та теплових втрат. Корисна утилізація втрат, може бути реалізована без суттєвої реконструкції будівель та фасадів, а лише в додатку до існуючих інженерних теплових систем, добре вивчених сонячних колекторів та фотобатарей спеціальної конструкції.

Основою всіх пристроїв є алюмінієві теплові труби [1], які є самостійними високоефективними теплопередаючими пристроями, з горизонтальними плавниками на яких розташовані фотоелектричні елементи із теплоізолюваним прозорим покриттям. Конструкція теплових труб дозволяє розмістити їх у горизонтальному положенні, відводити тепло, чи заохолоджувати фотоелектричні елементи, обертати їх навколо осі, подібно до віконних жалюзі, виконуючи 3 функції окремо, або сумісно: отримання тепла, електроенергії, світлозахисні. Кожний пристрій працює незалежно і поєднується с системою тільки на кінцях, або з торців - по теплу, та електриці.

Таким чином, перед поверхнею із великим склопрозорим фасадом будинку, встановлюються конструкції подібно до великих горизонтальних жалюзі, довжиною модулів від 1,5м до 6м і шириною від 150мм до 0,5м, фіксовано, або з можливістю обертання по осі під кутами від 0...90 градусів.

Сонячна радіація потрапляє на поверхню модулів з фотоелектричними елементами, трансформується в електрику, кількість якої зворотно залежить від температури нагріву. Охолодження їх забезпечується тепловими трубами в основі конструкції уздовж всього модуля. На кінцівках модулів є швидкокороз'ємні теплові, та електричні поєднання з тепловими, та електричними системами будинку. Кожен модуль може бути від'єднаний в будь який час, чи при зміні фасаду з різними розмірами, чи виглядом архітектурних елементів. Але найперше, ці модулі виконують сонцезахисні функції фасадів з великим склінням, бо передбачена можливість їх орієнтації подібно тіньовим козиркам, або великих жалюзі.

В конструкції передбачена можливість переважного отримання або електрики, або тепла, або низькотемпературного тепла одночасно з електрикою. Також передбачена можливість застосування в якості «термодинамічних панелей», як джерела енергії для теплових насосів разом з вироблянням електрики.

1.Rassamakin B.M., Nikolaenko Yu.E., Khairnasov S.M. Proc. ISPC "Modern Information and Electronic Technologies" (MIET-2009), Odessa, Ukraine, 2009, p. 73.

КВАРТИРНІ ТЕПЛОВІ ПУНКТИ HERZ**ВАСИЛЕНКО В.І.***ДП «HERZ Україна», м. Київ, Україна*

Традиційний і найбільш поширений до цього часу метод приготування гарячої води – використання бака-акумулятора. Пристрій такого типу нагріває воду задовго до використання, накопичує її та зберігає в гарячому стані. Внаслідок неминучої втрати тепла під час зберігання, необхідно регулярно підігрівати воду. До недоліків цього методу нагрівання і розподілу гарячої води відносяться втрати тепла і можливі гігієнічні ризики (зростання бактерії *Legionella*).

У процесі технологічного вдосконалення проточні водонагрівачі трансформувались у сучасні квартирні теплові пункти, що можуть використовуватись для приготування гарячої води для побутових потреб, або для підключення одразу систем опалення та ГВП. Основна сфера застосування цих теплових пунктів – квартири на одну сім'ю (наприклад, 2 дорослих та 2 дітей) у багатоповерхових житлових комплексах з системою централізованого теплопостачання [1, с. 91].

Квартирні теплові пункти можуть підключатися як до мереж централізованого теплопостачання з установкою проміжного будинкового теплового пункту (спрощеного компонування), так і безпосередньо до локальних мереж теплопостачання – групової або будинкової котельні, з робочими параметрами, що не перевищують максимально допустимі для КТП [2, с. 4].

Впровадження квартирних теплових пунктів дозволяє власнику індивідуально керувати системами опалення та ГВП, а також контролювати споживання тепла, що, в свою чергу, призводить до оптимізації споживання теплової енергії.

За даними керуючих компаній житлово-комунальних господарств на території Німеччини, економія теплової енергії під час експлуатації багатоквартирних будівель з квартирними тепловими пунктами становить близько 20%, що відповідно призводить до зменшення діаметрів трубопроводів теплових мереж, зменшує їх тепловтрати, підвищує безпеку та надійність роботи. Крім того, знижується необхідна теплова потужність джерел теплопостачання, що призводить до зменшення витрат палива та покращення екологічної обстановки [3, с. 21-22].

Застосування схеми теплопостачання будівлі з використанням КТП дозволяє [2, с. 8]:

- спростити компонування обладнання індивідуального теплового пункту;
- забезпечити повний локальний облік споживаних енергоресурсів та запровадити систему диспетчеризації;
- знизити витрати на експлуатацію об'єкта капітального будівництва за рахунок відсутності централізованої системи ГВП та запровадження локального обліку енергоресурсів;
- підвищити рівень комфорту теплопостачання споживача за рахунок місцевого управління навантаженнями;
- забезпечити гідравлічну стійкість системи теплопостачання при зміні гідравлічних характеристик контурів опалення окремих квартир;
- спростити схему внутрішньобудинкових мереж теплопостачання;
- прискорити стадію монтажу та налагодження об'єкта капітального будівництва.

Квартирні теплові пункти широко використовують у новобудовах, наприклад, у пасивних будинках, будинках із низьким енергоспоживанням, будинках із нульовим споживанням енергії. Вони також ідеально підходять для котеджних городків та таунхаусів. В залежності від параметрів первинного контуру, потужність теплового пункту може варіюватися для забезпечення користувачеві комфортних умов життєдіяльності. Найважливішою характеристикою пристроїв такого типу є витрата гарячої води (л/хв). Крім того, гаряча вода повинна мати бажану чи попередньо налаштовану температуру протягом усього періоду споживання. Залежно від типу квартирної теплової пункту та його застосування, витрата гарячої води розрахована таким чином, щоб задовольнити потребу споживання у кількох точках водорозбору одночасно. Нагрівання необхідної кількості води з системи холодного водопостачання відбувається у теплообміннику за проточним принципом. Накопичувальний резервуар для зберігання гарячої води більше не потрібний. Таким чином, до теплового пункту необхідно підключити лише три трубопроводи: подавальний і зворотній трубопроводи системи опалення та трубопровід холодної води. Відсутні стояк подачі гарячої води і циркуляційний трубопровід. Доцільно розташовувати квартирний тепловий пункт у безпосередній близькості до місць водорозбору, щоб забезпечити вимоги до подачі гарячої води найкоротшим шляхом. Теплообмінник і труби в квартирному тепловому пункті виконані з нержавіючої сталі та, за необхідності, можуть бути забезпечені теплоізоляцією.

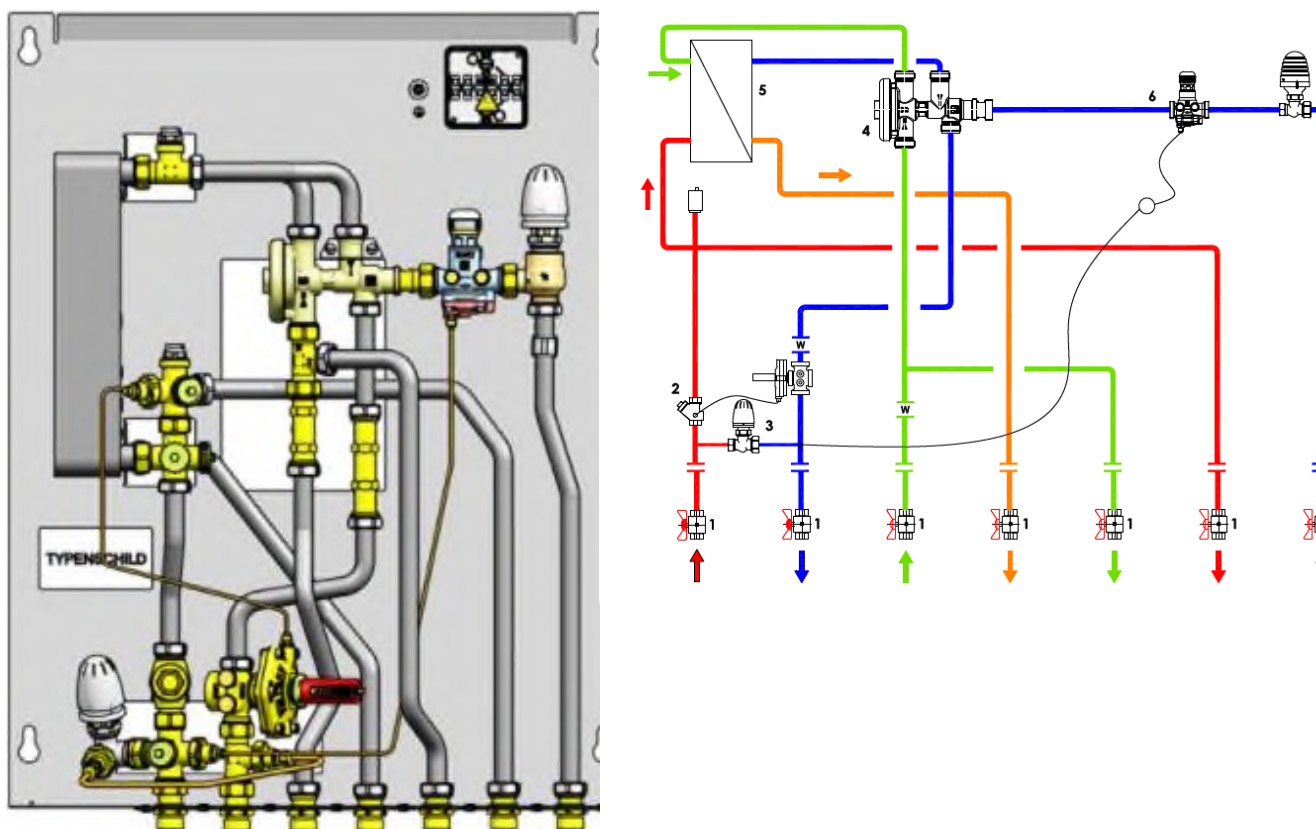


Рисунок – Квартирний тепловий пункт HERZ Compact RAD [4, с. 53]

Квартирний тепловий пункт HERZ забезпечує постійну високу витрату гарячої води для побутових потреб з температурою 50 °С. Ці характеристики, а також низька втрата тиску у самому пристрої, роблять квартирні теплові пункти HERZ для односімейних домогосподарств одними з найкращих на ринку. Вони забезпечують необхідну витрату гарячої води з постійною температурою навіть у разі одночасного використання різних типів водорозбірних приладів та при підвищеному споживанні через короткі проміжки часу. Квартирні теплові пункти HERZ також забезпечують досить високу теплову потужність на потреби опалення – 7-19 кВт.

Крім того, квартирні теплові пункти HERZ мають унікальну (запатентовану компанією HERZ) монтажну консоль, що часто позбавляє монтажника складних та трудомістких робіт з підключення до пристрою попередньо прокладених трубопроводів різних систем: легкозрозумілі та чітко видимі на консолі позначення підключень в значній мірі допоможуть уникнути помилок при зборці та підключенні. Таким чином, зборку теплових пунктів HERZ на об'єкті виконують швидко та легко [1, с. 92-93].

Отже, КТП HERZ мають чималу кількість переваг у порівнянні з індивідуальними та центральними тепловими пунктами та можуть широко застосовуватись як при реконструкції старого житлового фонду, так і для нового будівництва.

Література

1. R. Jauschowitz. The Heart of Heating - Hydraulic Balancing / R. Jauschowitz – Vienna: Herz Armaturen Ges.m.b.H., 2019. – 244 p.
2. Квартирные тепловые пункты в многоквартирных жилых домах : [введ. в действие 09.09.2008]. - М. : АВОК-Пресс, 2008. - IV, 45 с., включ. обл. : ил. ; 29 см. – (Рекомендации АВОК / Некоммерч. партнерство "Инженеры по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строит. теплофизике"; РНП "АВОК" 3.2.1–2008). – ISBN 978-5-98267-049-6
3. И.С. Кузьмин. Квартирные тепловые пункты в проектировании систем тепло- и водоснабжения / И.С. Кузьмин // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2015. – №2 (29). – С. 20-33.
4. С.Р. Вачко. Квартирный тепловой пункт HERZ альтернатива класичній системі теплопостачання / С.Р. Вачко // Будівельний журнал. – 2021. – №3-4. – С. 53.

ORGANIZATION OF OPERATED GREEN ROOF

ZALOGINA A.S., VILINSKAYA L.N., BURLAK G.M.

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa, Ukraine

Recently, the study of green building has become especially relevant. The main principles in the implementation of green construction are the use of environmentally friendly materials, reducing the consumption of energy and material resources, as well as environmentally friendly construction process. In many developed countries, certificates of quality of architectural objects have come into force, which guarantee economical treatment of the environment, energy saving, use of new qualities of building materials and structures – LEED in the USA, BREEAM in England and others. But to promote "green" construction in Ukraine requires the development of a national standard for environmental construction [1, p.34].

One of the current areas of green construction is the creation of green roofs, vertical landscaping of buildings and structures. Roof landscaping has a number of advantages, the main of which are: reducing the load on storm sewers, saving drinking water, additional insulation, evaporative cooling due to moisture evaporation, sound insulation. The plant layer helps to absorb dust and harmful substances contained in the air. In addition, living conditions and living conditions of city residents are improving; the appearance of the building is improving. Innovative green roofing technology is attracting more and more attention due to energy saving and environmental benefits. Landscaping protects the building, and waterproofing material from extreme temperature changes, wind loads and solar radiation, as well as increases sound and thermal insulation. In many countries around the world, roof landscaping is now recognized as one of the priority areas of landscape design. It was of interest to adopt the positive European experience in the organization of the operated green roof.

In order to improve the ecological condition and tourist attractiveness of the building in the city of Odessa, a project of reconstruction of the Rodokonaki apartment house with the organization of a flat operated green roof was proposed. Operated roofs can be additional public spaces, sports areas and meeting places.

The two-storey building is located on the corner of Preobrazhenskaya and Nekrasova streets near the monument to Marshal Rodion Malinovsky. The designed building has four floors: on the ground floor it was proposed to place office buildings with bank branches. Public and residential area (2-4 floors) are separated by blank walls. A typical floor consists of three 2-room apartments, two studio apartments, 1-

room and 3-room apartments. Two atriums provide natural light to stairwells and elevators. Stairs lead to the operated green roof, which was proposed in order to be able to view the local decorations and the sea, improve the ecological condition of the area, "modernize" the building. The operated green roof consists of several layers: bases (reinforced concrete slab); waterproofing layer (used polymer membrane and polyethylene film, insulation (extruded polystyrene), barrier to the roots (to prevent damage to the roof by the roots), drainage layer, filter layer, fertile layer (light soil, soil mixture); plants.

The project proposes a combined plan of the operated roof with combined landscaping and improvement. Combined landscaping combines extensive and intensive types of landscaping. For extensive landscaping it is better to use young plant material, which is better to take root and grow. Steppe plants used for landscaping are resistant to low winter and high summer temperatures. Therefore, the steppe type of roof landscaping is promising for arid Ukrainian regions. Succulents, cereals and aromatic herbs can adapt perfectly. For landscaping of vertical elements of the garden are suitable: some species of clematis, honeysuckle, ivy. Herbaceous plants (meadow blueberry, rootless wheatgrass, and meadow fescue) were also considered [2]. Ottawa barberry and Thunberg's barberry, junipers were also used.

When designing a green roof, climatic factors and all the calculated loads that affect the roof were taken into account: average annual rainfall (according to local meteorological services); terms of summer dry periods; air currents, turbulence zones, vortices in dense buildings. All materials used for the organization of drainage and other layers of the roof structure are designed in their saturated wet state (saturation 60%).

Reconstruction of buildings with the use of innovative technologies of green roofs is gaining a steady trend in modern urban planning practice. The combined plan of the operated roof with the combined gardening and improvement is offered. The steppe type of roof landscaping is promising for arid Ukrainian regions. Energy saving is achieved due to the increased thermal insulation properties of the green roof.

References

1. Тимошенко Е. А. Перспективы сертификации жилых зданий по "зеленым" стандартам в Украине / Е. А. Тимошенко, Н. В. Савицкий // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2016. –N. 4. – С. 26–34.
2. Green roofs are changing the way we design buildings – an architectural overview? [Electronic resource]. Access mode: (<https://blog.urbanscape-architecture.com/green-roofs-are-changing-the-way-we-design-buildings-an-architectural-overview>). Date of the application: 02.11.21.

ГИПСОСОДЕРЖАЩИЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ТЕПЛОЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ПЕРЕКРЫТИЙ

КЕРШ В.Я., КОЛЕСНИКОВ А.В., ЗАМУЛА М.А.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Важной тенденцией развития современной строительной индустрии является получение недорогих многокомпонентных композиционных составов с оптимальным набором эксплуатационных характеристик – достаточными уровнями прочности, адгезии, звукоизоляции, благоприятными теплоизоляционными характеристиками, водостойкостью. Получение состава в согласии с приведенными требованиями возможно на основе гипсоцементнозольного матричного состава, по водостойкости и прочностным характеристикам подобного известным гипсоцементнопуццолановым вяжущим. В качестве заполнителя использовалась смесь на основе пенополистирола, обеспечивающего теплоизоляционные свойства, гранулированного пеностекла, отличающегося также теплоизоляционными свойствами и положительно влияющим на водостойкость, и пробковой крошки, способной гасить звуковые колебания.

В результате предварительных исследований выбраны следующие независимые факторы: доля заполнителей в их смеси: пенополистирола («Полистирол»), пробковой крошки («Пробка»), гранулированного пеностекла («Пеностекло»), а также зола-цементное отношение («Зола»).

Согласно разработанному плану изготовлены 28 образцов (по 3 образца в каждой точке плана). Изготовленные образцы испытаны на прочность при сжатии R_c , МПа и при изгибе R_b , МПа; определена теплопроводность λ (Lambda , Вт/(м*К)), коэффициент размягчения K_r и индекс водостойкости K_w .

На основе изученных свойств образцов материалов построены ЭС-модели зависимостей соответствующих свойств от значений факторов. Графическое отображение одной из построенных моделей приведено на рис. 1. Теплопроводность растет с увеличением содержания золы. При постоянном суммарном объемном содержании заполнителей наименее теплопроводными оказываются образцы композита с пенополистиролом.

Наибольшее значение индекса водостойкости возникает при минимальном содержании золы и максимальном содержании пеностекла. Возможным объяснением положительного влияния пеностекла на водостойкость композита является замкнутая пористость пеностекла и, практически, «нулевое» его водопоглощение. Кроме этого, пробковый заполнитель активно набухает в

присутствии воды, что усиливает тенденцию к разрушению материала под нагрузкой. Регрессионные экспериментально-статистические модели эксплуатационных характеристик, в том числе и приведенная на рис. 1, использованы при многокритериальной оптимизации композиционного материала. Некоторые критерии и цели оптимизации показаны в таблице 1.

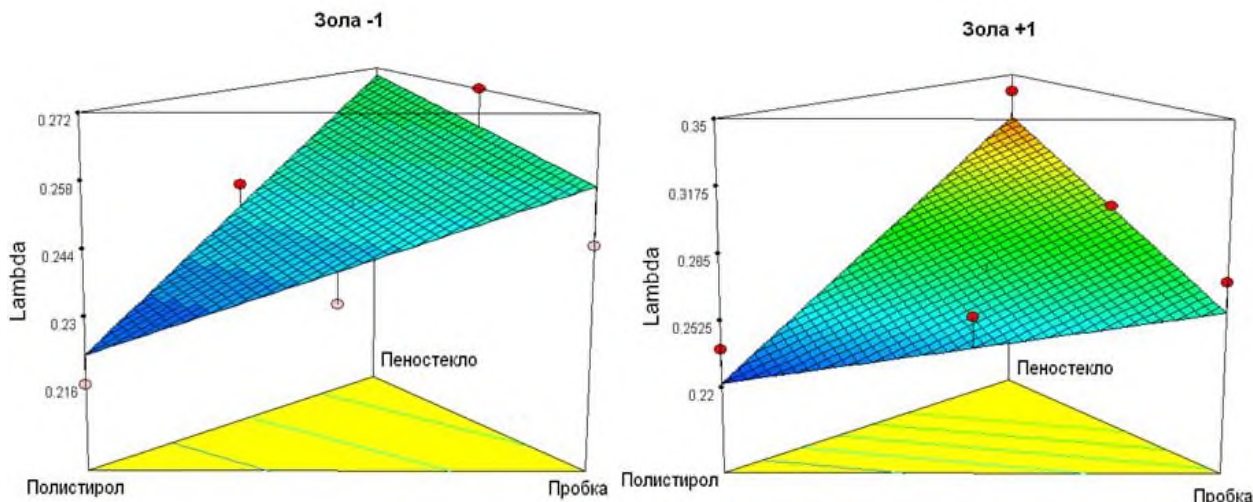


Рис.1. Зависимость теплопроводности от состава композитной смеси

Таблица 1.

Некоторые критерии и цели оптимизации

Свойства	Цели оптимизации	Нижний предел	Верхний предел
ρ	минимизировать	900	1100
R_b	в диапазоне	0,5	1,06
λ	минимизировать	0,2	0,25
K_p	максимизировать	0,6	1

Геометрическая оптимизация композита, позволяющая выделить области допустимых составов, удовлетворяющих одновременно всем приведенным критериям, отображена на оверлейном графике (рис. 2).

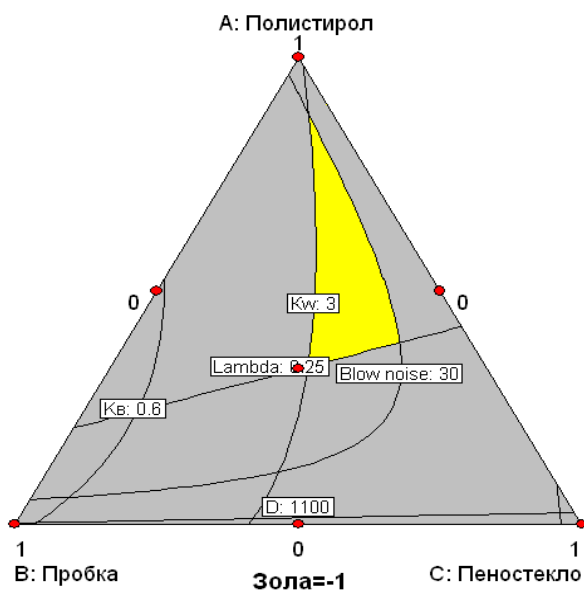


Рис.2. Геометрическая оптимизация композита (закрашенная область соответствует оптимальным составам)

Получен композиционный состав для теплозвукоизоляции перекрытий с пониженной теплопроводностью, звукопроницаемостью и повышенными прочностью и водостойкостью.

ВПЛИВ ДОВАНТАЖЕНЬ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ЗБІРНО-МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК В ПРОЦЕСІ ПОВТОРНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РІВНІВ

САВИЦЬКИЙ В.В.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна*

В сучасних будівлях перевагу надають використанню монолітних або збірно-монолітних залізобетонних конструкцій. До таких конструкцій можна віднести збірно-монолітні залізобетонні балки. Відомо, що майже всі залізобетонні конструкції, як і інші будівельні конструкції, знаходяться під впливом повторних навантажень [1, с. 21, 2, с. 26], які спричиняють збільшення прогинів, ширини розкриття тріщин, впливають на перерозподіл зусиль в статично-невизначених конструкціях. При повторних навантаженнях експлуатаційного рівня після певної кількості циклів повторних навантажень відбувається стабілізація напружено-деформованого стану балок, перестають збільшуватись прогини, не змінюється ширина розкриття тріщин та глибина їх розповсюдження по висоті балок. Навантаження на конструкції можуть збільшуватись, а потім відновлюватись до попередніх рівнів. Як впливають такі довантаження на напружено-деформований стан конструкцій, в тому числі і на нерозрізні збірно-монолітні балки на сьогодні вивчено недостатньо. В зв'язку з цим при експериментальних дослідженнях ставилось за мету встановити вплив довантаження, яке може виникнути після стабілізації роботи згаданих балок, на характер перерозподілу зусиль, деформації бетону і арматури, прогини балок та ширину розкриття тріщин.

Дослідні балки виготовляли збірно-монолітними загальною довжиною 300 см і з розмірами поперечного перерізу 16 x 10 см, які склалися з двох збірних однопрольотних балок, з'єднаних монолітним стиком на середній опорі (рис. 1). Для виготовлення балок використовували бетон, який на початку випробовувань мав кубикову міцність $f_c = 30$ МПа. Армувались балки з урахуванням перерозподілу зусиль в прольотах і на опорах по одному робочому стержню $\varnothing 14$ мм із сталі класу А500С.

Опорна арматура стикувалася на ділянці з мінімальним згинальним моментом шляхом зварювання з випусками арматури з балок.

Навантажували балки двома зосередженими силами ступенями. Крайні опорні реакції визначали протарованими кільцевими динамометрами. В процесі навантажень і розвантажень балок на кожному ступені вимірювали деформації стиснутого бетону і розтягнутої арматури, ширину розкриття тріщин, прогини балок під зосередженими силами і в середині прольотів.

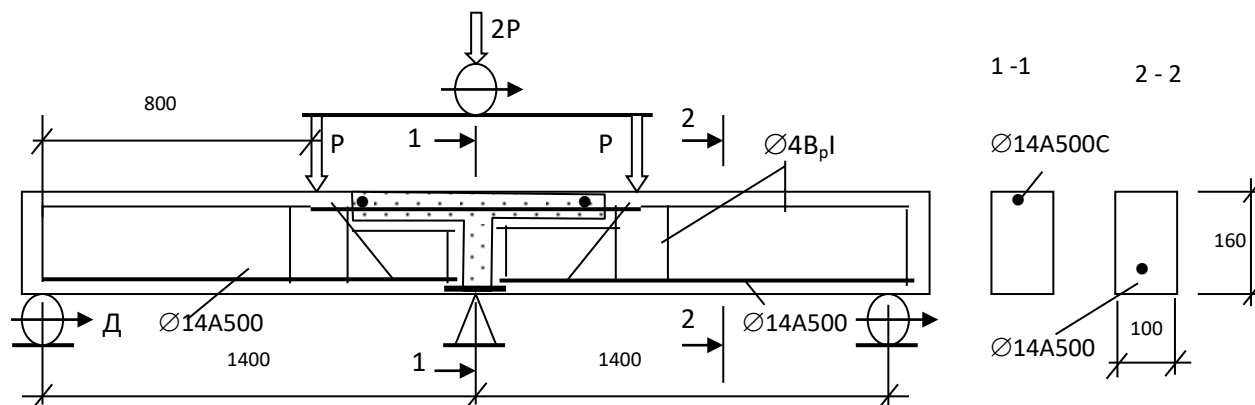


Рис. 1. Схема армування та навантаження дослідних балок

Балку Б-1 випробовували одноразовим навантаженням до руйнування. Балка Б-2 піддавалась десятикратному повторному навантаженню, рівень якого складав $P_{сус, max} = 0,6P_u$, де $P_{сус, max}$ – максимальне навантаження в циклах; P_u – руйнівне навантаження на балку. Процес випробовування балки Б-2 імітував дію на неї навантаження експлуатаційного рівня. Балки Б-3 і Б-4 після стабілізації напружено-деформованого стану при $P_{сус, max} = 0,6P_u$ відповідно на восьмому, дев'ятому і десятому та на сьомому і восьмому циклах довантажувались до $P_{сус, max} = 0,8P_u$. Після випробовувань повторними навантаженнями всі балки на одинадцятому циклі довантажувались до руйнування. За критерій руйнування приймали виникнення пластичних шарнірів на опорах і в прольотах внаслідок досягнення в розтягнутій арматурі або стиснутому бетоні граничних деформацій.

В балці Б-1 при $P = 40$ кН фактичне співвідношення склало $M_{sup} / M_{sp} = 0,97$, тобто практично повністю відбувся перерозподіл зусиль, що відповідає армуванню балки. Балка зруйнувалась при $P_u = 43,1$ кН.

Балка Б-2 піддавалась десятикратному повторному навантаженню максимальною силою $P_{сус, max} = 25$ кН, що становило приблизно 60 % від руйнівного навантаження на балку Б-1 (умовний експлуатаційний рівень). При $P = 25$ кН відношення опорного моменту до прольотного склало $M_{sup} / M_{sp} = 1,15$, а деформації в бетоні і арматурі на опори і в прольотах

відрізнялись на 12...14 %. Починаючи з 3-го циклу навантаження, робота балки на всьому діапазоні навантаження почала наближатися до пружної. Певно, на цих циклах на перерозподіл зусиль перестало впливати трішиноутворення. Про це свідчать і стабілізація ширини розкриття тріщин, прогинів балки, деформацій бетону і арматури, яке відбулося практично до сьомого циклу навантаження. Зруйнувалася балка Б-2 при $P = 42,3 \text{ кН}$ внаслідок досягання деформаціями арматури в прольоті і стиснутому бетоні на опорі граничних значень.

Балка Б-3 на перших семи циклах навантаження ($P_{\text{сус, max}} = 0,6P_u$) працювала аналогічно балці Б-2. На восьмому, дев'ятому і десятому циклах балка Б-3 навантажувалась до $P_{\text{сус, max}} = 0,80P_u$. Таке підвищення рівня навантаження спричинило збільшення всіх параметрів деформування балки і, особливо, залишкових деформацій, але незначно вплинуло на перерозподіл зусиль.

Руйнівне навантаження для балки Б-3 склало $P_u = 46 \text{ кН}$. Причиною руйнування було утворення пластичних шарнірів на опорі і в прольоті. Для балки Б-4 режим навантаження був вибраний таким чином, щоб вивчити вплив довантажень на подальшу роботу балки при повторних навантаженнях експлуатаційного рівня. Після випробовувань повторним навантаженням балка Б-4 була довантажена до руйнування причиною якого було досягнення одночасно в арматурі в прольотах і на опорі граничних деформацій. Руйнівне зусилля склало $P_u = 45 \text{ кН}$. Довантаження балки Б-4 на сьомому і восьмому циклах також призвело до збільшення залишкових деформацій в бетоні і арматурі, прогинів балки та ширини розкриття тріщин на рівнях навантажень, які передували циклам довантаження. Так за два цикла довантажень залишкові деформації в арматурі зросли на 55 %, а в бетоні на – на 50 %. Збільшились короточасні деформації в арматурі і бетоні при однакових рівнях навантаження. Так при $P = 25 \text{ кН}$ на шостому циклі навантаження деформації арматури в прольоті склали $\varepsilon_{s, sp} = 120 \times 10^{-5}$, а на дев'ятому (після довантаження) – 128×10^{-5} , відповідно в стиснутому бетоні $\varepsilon_{b, sp} = 53,5 \times 10^{-5}$ і $58,5 \times 10^{-5}$. З огляду на збільшення короточасних прогинів і ширини розкриття тріщин (на шостому циклі прогин складав $f = 2,05 \text{ мм}$, ширина розкриття тріщин $a_{cr} = 0,30 \text{ мм}$, на дев'ятому - $f = 2,33 \text{ мм}$, $a_{cr} = 0,38 \text{ мм}$) можна утверджувати про зменшення жорсткості балки внаслідок її довантаження.

Аналізуючи процеси розвитку за циклами прогинів і ширини розкриття тріщин в балках, можна дійти висновку, що в балках внаслідок дії повторного навантаження постійного експлуатаційного рівня прогини і ширина розкриття

тріщин в балці Б-2 збільшилися відповідно на 15,2 і 26,9 %, в балках Б-3 і Б-4, які довантажувались, це збільшення склало відповідно 32,1 і 49,4% та 42,3 і 35,0%. За результатами досліджень можна зробити такі висновки:

1. Довантаження нерозрізних залізобетонних балок в процесі повторних навантажень експлуатаційних рівнів впливає на характер перерозподілу зусиль, збільшує прогини балок і ширину розкриття тріщин, залишкові деформації бетону і арматури, що призводить до загального зменшення жорсткості балок.
2. Виявлені негативні впливи довантаження на роботу нерозрізних залізобетонних балок необхідно враховувати при проектуванні залізобетонних конструкцій, що експлуатуються в сейсмічних районах.

Література

1. Бабич Є.М., Крусь Ю.О. Бетонні та залізобетонні елементи в умовах малоциклових навантажень. - Рівне: Видавництво Рівненського державного технічного університету, 1999. - 119 с.
2. Барашиков А.Я. Расчет железобетонных конструкций на действие длительных переменных нагрузок. – Киев: Будівельник, 1977. – 156с.

РОЗРАХУНОК ПЛОЩІ АРМАТУРИ У СТИСНУТИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТАХ ПРЯМОКУТНОГО ПРОФІЛЮ ЗА ЧИННИМИ НОРМАМИ ПРОЕКТУВАННЯ

САВИЦЬКИЙ В.В.

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

Поставлено задачу розрахувати площу поперечного перерізу поздовжньої робочої арматури в стиснутому короткому залізобетонному елементі прямокутного перерізу згідно чинних норм та порівняти результати розрахунку з отриманими за попереднім нормативним документом. Вихідні дані: граничне значення розрахункового моменту від зовнішнього навантаження $M_{Ed} = 150 \text{ кН}\cdot\text{м}$, граничне значення розрахункового поздовжнього зусилля від зовнішнього навантаження $N_{ed} = 2000 \text{ кН}$, початковий ексцентриситет прикладання поздовжнього зусилля $e_0 = M_{Ed} / N_{ed} = 0,075 \text{ м} = 7,5 \text{ см}$ (лінія дії поздовжнього зусилля лежить в межах поперечного перерізу елемента, що відповідає першій формі рівноваги перерізу за [2]), розміри поперечного перерізу елемента $b = 20 \text{ см}$, $h = 50 \text{ см}$, клас бетону С16/20, клас арматури А500С, товщина захисного шару бетону $a_{s2} = a_{s2} = 4 \text{ см}$.

Розрахунковий опір бетону $f_{cd} = 11,5 \text{ МПа}$, деформація, яка відповідає розрахунковому опору бетону $\varepsilon_{cl,cd} = 162 \cdot 10^{-5}$, розрахункове значення граничної деформації стиснутого бетону $\varepsilon_{cu1} = 359 \cdot 10^{-5}$ (табл. 3.1 [1]); характеристичне значення межі текучості арматури $f_{yk} = 500 \text{ МПа}$ (табл. 3.4 [2]), коефіцієнт надійності за матеріалом арматури $\gamma_s = 1,15$ (табл. 2.1 [1]); за формулою 3.15 [2] розрахункове значення межі текучості арматури

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s,$$

$f_{yd} = 434,8 \text{ МПа}$. Модуль пружності арматури $E_s = 2,0 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ (табл. 3.4 [2]), за формулою 3.16 [2] деформації, які відповідають розрахунковому значенню межі текучості арматури

$$\varepsilon_{s0} = f_{yd} / E_s,$$

$\varepsilon_{s0} = 217,4 \cdot 10^{-5}$. Деформації, які відповідають розрахунковому значенню межі міцності арматури $\varepsilon_{ud} = 0,02$ (табл. 3.4 [2]).

$$d = h - a_{s2},$$

$d = 46 \text{ см}$. За методикою Бабича В.Є. – Савицького В.В. приймаємо максимальне значення коефіцієнта повноти епюри напружень в стиснутому бетоні $\omega_{max} = 0,8265$ для даного класу бетону (табл. Б.2 [4]); тут величина ω визначена за формулою 20 [4]:

$$\omega = \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+1} \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{c1}} \right)^k. \quad (1)$$

Коефіцієнт відношення відносної деформації бетону, яка відповідає ω_{max} , до відносної деформації бетону при максимальному навантаженні $\gamma = \varepsilon_{c1} / \varepsilon_{c1,cd} = 1,76$ (табл. Б.2 [4]); звідси

$$\varepsilon_{c1} = \gamma \cdot \varepsilon_{c1,cd}, \quad (2)$$

$\varepsilon_{c1} = 285,1 \cdot 10^{-5}$. Коефіцієнт відносної несучої здатності нормального перерізу за стиснутою зоною бетону, який відповідає ω_{max} , $\beta = 0,459$ залежно від γ (табл. Б.1 [4]); тут величина β визначена за формулою 21 [4]:

$$\beta = \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+2} \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{c1}} \right)^k. \quad (3)$$

Методом послідовних наближень знаходимо величину висоти стиснутої зони бетону, при якій відношення моменту від внутрішніх зусиль у поперечному перерізі до згинального моменту від зовнішнього розрахункового навантаження буде максимально близьким до одиниці. Таку задачу зручно виконувати в програмному середовищі *Excell*, попередньо прийнявши величину висоти стиснутої зони бетону на рівні

$$z = 0,5 \cdot d.$$

Таким чином, в нашому випадку значення $z = 54,50$ см; згідно гіпотези плоских перерізів деформації бетону і арматури (рис. 1):

$$\varepsilon_{c2} = \varepsilon_{c1} \cdot (z-h)/z = 23,5 \cdot 10^{-5}; \quad (4)$$

$$\varepsilon_{s1} = \varepsilon_{c1} \cdot (z-a_{s1})/z = 264,2 \cdot 10^{-5}; \quad (5)$$

$$\varepsilon_{s2} = \varepsilon_{c1} \cdot (z-d)/z = 44,4 \cdot 10^{-5}. \quad (6)$$

$\varepsilon_{s1} = 264,2 \cdot 10^{-5} < \varepsilon_{ud} = 0,02$, але більше, ніж $\varepsilon_{s0} = 217,4 \cdot 10^{-5}$. Тому за дволінійною діаграмою деформування арматурної сталі $\sigma_{s1} = f_{yd} = 434,8$ МПа. $\varepsilon_{s2} = 44,4 \cdot 10^{-5} < \varepsilon_{s0} = 217,4 \cdot 10^{-5}$. Тому за дволінійною діаграмою деформування арматурної сталі $\sigma_{s2} = \varepsilon_{s2} \cdot E_s = 88,9$ МПа. Зусилля в стиснутому бетоні в межах від нейтральної лінії до найбільш стиснутого волокна в межах поперечного перерізу

$$S_{c1} = \omega_{max} \cdot f_{cd} \cdot b \cdot z = 1035,9 \text{ кН}. \quad (7)$$

Зусилля в стиснутому бетоні в межах від нейтральної лінії до крайнього найменш напруженого волокна поперечного перерізу

$$S_{c2} = f_{cd} \cdot b \cdot (z-h) \cdot \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+1} \left(\frac{\varepsilon_{c2}}{\varepsilon_{c1,cd}} \right)^k = 20,6 \text{ кН}, \quad (8)$$

де $a_1 = 3,0798$; $a_2 = -3,7184$; $a_3 = 2,2946$; $a_4 = -0,7533$; $a_5 = 0,09727$ – коефіцієнти для розрахунків за граничними станами першої групи для бетону класу С16/20 згідно [1].

Тоді з умови рівноваги внутрішніх зусиль у стиснутому бетоні і арматурі площа поперечного перерізу арматури за умови симетричного армування

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{N - S_{c1} + S_{c2}}{\sigma_{s1} + \sigma_{s2}} = 18,8 \text{ см}^2. \quad (9)$$

Момент від внутрішнього зусилля в стиснутому бетоні в межах від нейтральної лінії до найбільш стиснутого волокна поперечного перерізу відносно нейтральної лінії

$$M_{c1} = \beta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot z^2 = 313,5 \text{ кН}\cdot\text{м}. \quad (10)$$

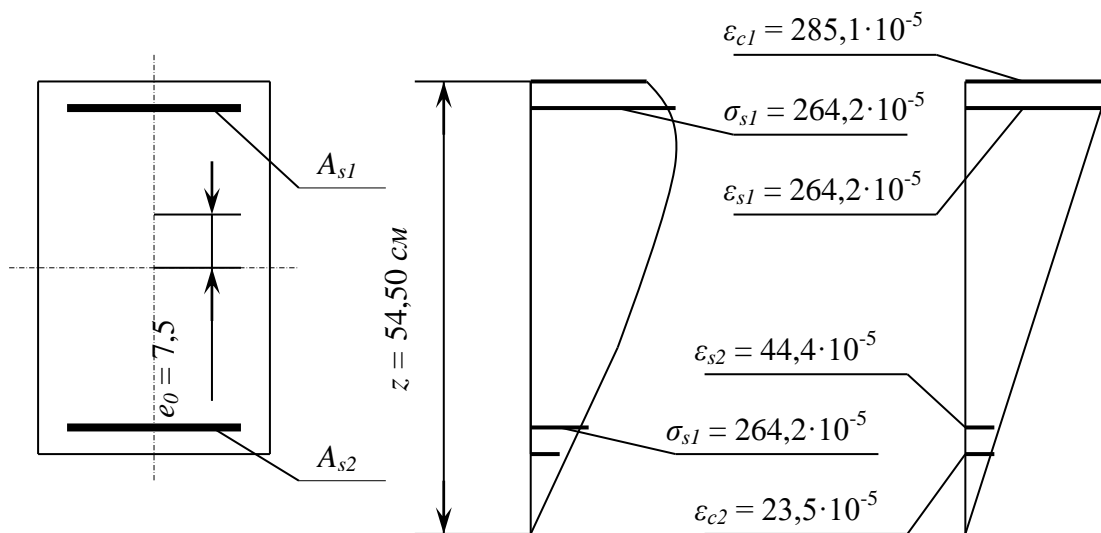


Рис. 1. Епюри деформацій і напружень в поперечному перерізі елемента

Момент від внутрішнього зусилля в стиснутому бетоні в межах від нейтральної лінії до крайнього найменш напруженого волокна поперечного перерізу відносно нейтральної лінії

$$M_{c2} = f_{cd} \cdot b \cdot (z - h)^2 \cdot \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+2} \cdot \left(\frac{\varepsilon_{c2}}{\varepsilon_{c1,cd}} \right)^k = 0,6 \text{ кН}\cdot\text{м}. \quad (11)$$

Момент від зусилля в більш напружених арматурних стержнях відносно нейтральної лінії

$$M_{s1} = \sigma_{s1} \cdot A_{s1} \cdot (z - a_{s1}) = 412,8 \text{ кН}\cdot\text{м}. \quad (12)$$

Момент від зусилля в менш напружених арматурних стержнях відносно нейтральної лінії

$$M_{s_2} = \sigma_{s_2} \cdot A_{s_2} \cdot (z - d) = 14,2 \text{ кН}\cdot\text{м}. \quad (13)$$

Тоді з умови рівноваги моментів внутрішніх зусиль в поперечному перерізі відносно нейтральної лінії знаходимо розходження

$$\Delta = M_{c1} - M_{c2} + M_{s1} + M_{s2} - N_{ed} \cdot (z - h/2 + e_0) = 0,0 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Тобто, арматуру підібрано правильно.

Література

1. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.
2. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010. – 166 с.
3. Бабич Є.М. Розрахунок нерозрізних залізобетонних балок із використанням деформаційної моделі: Рекомендації / Бабич Є.М., Бабич В.Є., Савицький В.В. – Рівне: НУВГП, 2005. – 38 с.
4. Бабич В.Є., Савицький В.В. Методичні рекомендації до розрахунку несучої здатності нормальних перерізів згинальних залізобетонних елементів. – Рівне: НУВГП, 2012. – 28 с.

ОЦІНКА ВПЛИВУ ВІТРУ НА ТЕПЛОВІ ВТРАТИ ПРИ ОПАЛЕННІ БУДІВЕЛЬ

ТАРАСЕВИЧ Д. В., БОГДАН О. В.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, Україна

Проблема енергоефективності та енергозбереження є досить актуальною для нашої країни, особливо з огляду на постійне зростання цін на енергоносії. На сьогоднішній день не має сфери де б цьому питанню не приділяли увагу, так і політика нашої країни спрямована на реалізацію проектів з підвищення енергоефективності та енергозбереження. В Україні прийнято та оновлено цілий ряд нормативних документів присвячених цьому питанню, в тому числі діє класифікація будівель за енергетичною ефективністю. Проте при розрахунках енерговитрат використовують кліматичні параметри певного міста, без врахування їх зміни у зв'язку із щільністю забудови та не враховують кореляцію цих параметрів, наприклад вітру за висотою.

Вітрові характеристики (повторюваність за певним напрямом та швидкість) впливають на теплообмін конструкції будівлі з навколишнім середовищем. Це пов'язано з тим, що вітровий потік збільшує інфільтрацію повітря крізь оболонку будівлі, тому можливе збільшення енерговитрат на опалення та зниження енергоефективності. Отже для створення комфортних умов мікроклімату та скорочення енерговитрат необхідний диференційований підхід.

У даній роботі представлено результати дослідження зміни швидкості вітру по висоті для двох типів забудови: щільної ($n=0.33$) та нещільної ($n=0.24$). Параметр n – це показник степеня у формулі, за якою визначається залежність швидкості вітру від початкового значення v_0 та висоти H : $v_H = v_0(H/10)^n$.

Також було досліджено, як швидкість вітру впливає на тепловтрати висотних будівель. Отримані результати можуть бути корисними як при виборі архітектурно-планувальних рішень, типу матеріалів зовнішньої огорожувальної конструкції, так і для об'єктивного оцінювання ступеню вітрозахисту окремих будівель та територій.

З наведеної на рис. 1 залежності видно, що на висоті тридцятиповерхового будинку швидкість вітру збільшується приблизно у півтора рази при нещільній забудові ($n = 0,24$) та майже у два рази при щільній забудові ($n = 0,33$). При розрахунках опору теплопередачі огорожувальної конструкції використовується значення коефіцієнта тепловіддачі зовнішньої поверхні конструкції [1, с. 11], який залежить від умов конвективного теплообміну та теплового випромінювання. Відповідно до формули Франка [2, с. 38]

конвективна складова коефіцієнту тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції залежить від значення швидкості вітру v . Ця залежність була нами розрахована за умови зміни швидкості вітру за висотою. За аналізом цих розрахунків коефіцієнт тепловіддачі при швидкості вітру 12 м/с виявився на 70 % більший за той же коефіцієнт, але при швидкості вітру 5 м/с. А при зміні швидкості вітру від 5 м/с до 8 м/с конвективна складова зростає на 36 %. Отже для висотних будівель тепловіддача зовнішньої конструкції буде значно більшою, ніж для будівель середньої поверховості. Якщо таку залежність не враховувати при проектуванні, то це може значною мірою вплинути на розрахунок теплового стану приміщень, особливо коли мова йде про підвищений відсоток скління (понад 18% для житлових будівель і понад 25 % для громадських на зовнішніх фасадах [3, с. 17]).

Н, м

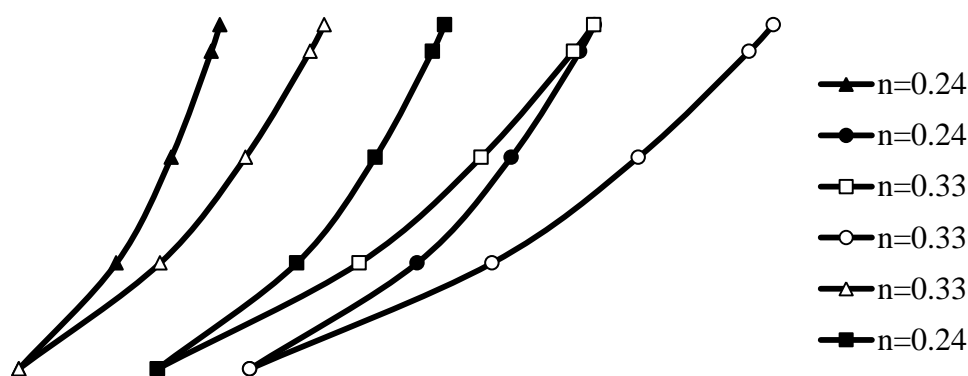


Рис.1. Залежності швидкості вітру від висоти при різних значеннях параметру щільності забудови n .

Для оцінки витрат теплоти на опалення навітряного та завітряного фасадів було використано емпіричні залежності, які наведені в [4, с. 97-99]. За результатами розрахунку можна зазначити, що відношення різниці витрат на опалення навітряного та завітряного фасадів до розрахункових витрат тепла складають майже 19 %. Така велика різниця витрат тепла між навітряними та завітряними стінами будівлі вимагають підвищеного теплозахисту стін зі сторони пануючих зимових вітрів, особливо для висотних будівель.

1. ДСТУ Б В.2.6-189:2013. «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель». К.: Мінрегіон України, 2014. 51 с.
2. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий / Под ред. Ю.А. Табунщикова, В.Г. Гагарина. М.: АВОК-ПРЕСС, 2006. 256 с.
3. ДБН В.2.5-28:2018. «Природне і штучне освітлення». К.: Мінрегіон, 2018. 133 с.
4. Фаликов В.С. Энергосбережение в системах тепловодоснабжения зданий: Монография. – М.: ГУП «ВИМИ», 2001. 164 с.

ОСОБЛИВОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СЕРТИФІКАЦІЇ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

ШЕВЧЕНКА Л.Ф., ПЕТРАШ В.Д., ДАНИЧЕНКО Н.В., БАЛЕКА О.В.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна

Енергетичну сертифікацію будівель в Україні почали запроваджувати з 2009 року. Відповідно до Закону України «Про енергетичну ефективність будівель», сертифікат необхідний при розробці проектної документації, здачі будівлі в експлуатацію, її термомодернізації та купівлі-продажу. Форму енергетичного сертифікату розроблено та затверджено Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. Основними енергетичними показниками сертифікату є: узагальнене питоме енергоспоживання при опаленні E_P , кВт·год/м²; клас енергетичної ефективності будівлі; питоме енергоспоживання первинної енергії E_p , кВт·год/м²; питомий показник викидів парникових газів M_{CO_2} , Кг/м².

Розмір E_P , для житлових будинків, може бути визначений методом розрахунку, вимірювальним методом або розрахунково-вимірювальним шляхом. У країнах Євросоюзу 78% енергетичної сертифікації виконується розрахунковим методом. Основним енергетичним показником, у цьому методі, є величина узагальненого питомого споживання енергії E_P . За значенням цього показника визначається клас енергетичної ефективності будівлі, питоме енергоспоживання первинної енергії та її екологічна оцінка. Відповідно до [1, с. 18] значення E_P визначається на основі величини енергії, необхідної для забезпечення нормативних параметрів мікроклімату в будівлі з обліком ККД систем ОВ. Розрахункове значення цього показника визначається з формули:

$$E_P = Q_{H,use,an} / A_f, \quad (1)$$

де $Q_{H, use, an}$ - річне енергоспоживання будівлі на опалення, кВт · год;

A_f - кондиціонована (опалювана) площа, м².

Річний енергоспоживання $Q_{H, use, an}$ складається з величин споживання енергії за кожен місяць опалювального періоду $Q_{H, use, i}$.

$$Q_{H,use,i} = Q_{H,nd} + Q_{H,em,ls} + Q_{H,dis,ls} + Q_{H,gen,ls}, \quad (2)$$

де $Q_{H,nd}$ – енергія необхідна створення нормативних параметрів мікроклімату (енергопотреба), кВт·ч;

$Q_{H,em,ls}$ – втрати тепла в підсистемі тепловіддачі (гідравлічне налагодження, періодичність роботи, промениста складова системи), кВт·год;

$Q_{H,dis,ls}$ - втрати тепла в підсистемі розподілу (протяжність та теплоізоляція трубопроводів системи), кВт·год;

$Q_{H,gen,ls}$ - втрати тепла в підсистемі генерації теплової енергії (ККД генератора, паливо, автоматизація), кВт · год.

Енергія необхідна до створення нормативних параметрів мікроклімату (енергопотреба) $Q_{H,nd}$ визначається з формули [2, с. 11]:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}, \quad (3)$$

де $Q_{H,ht}$ - сумарна теплопередача в режимі опалення (трансмсія та інфільтрація), Вт·ч;

$Q_{H,gn}$ – сумарні теплонадходження в режимі опалення (побутові теплонадходження та сонячна радіація), Вт·ч;

$\eta_{H,gn}$ – безрозмірний коефіцієнт використання теплонадходжень.

Значення питомої первинної енергії E_p , витраченої будівлі, визначається з формули:

$$E_p = (E_{del,i} \cdot f_{p,del,i}) / A_f, \quad (4)$$

де $E_{del,i}$ – сумарна величина енергії, що поставляється для і-го енергоносія до систем опалення, вентиляції, гарячого водопостачання та електропостачання, кВт·год;

$f_{p,del,i}$ – фактор первинної енергії, що приймається згідно [1] додаток 10.

Питома величина парникових газів M_{CO_2} , Кг/м², визначається з формули:

$$M_{CO_2} = \sum (E_{del,i} \cdot K_{CO_2}) / (1000 \cdot A_f), \quad (5)$$

де K_{CO_2} – коефіцієнт викидів парникових газів, г/кВт·год, приймається згідно [1, с. 34].

Для практичного застосування розрахункового методу сертифікації житлових будинків, через великий обсяг розрахункових робіт, потрібна

наявність спеціальних комп'ютерних програм. За допомогою цих програм можна було б моделювати процес споживання енергії шляхом впровадження різноманітних інженерних заходів як при проектуванні, так і при експлуатації будівель.

Виконання сертифікації вимірювальним чи розрахунково-вимірювальним методами можливе за наявності дорогих вимірювальних приладів, а також інформації щодо енергоспоживання за тривалий період експлуатації будинку. Ці методи доцільно використовувати при локальному енергетичному аудиті окремих елементів інженерних систем та конструкцій оболонки будівлі, а також при уточненні енергетичних параметрів, втрачених у проекті.

Література

1. Наказ №169 від 11.07.2018 Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. Київ – 36 с.
2. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. Мінрегіон України. Київ 2015 – 140 с.

ЗМІСТ

ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ, ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ
ТА ОХОРОНА ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ

АКСЬОНОВА І.М. Методи обґрунтування систем отримання вторинного вуглецевого палива	4
АЛЬ-ХАМАД І.М., ЛАПАРДІН М.І. В'язкість синтетичного компресорного масла ISO 15	7
АРСІРІЙ В.А., РЯБОКОНЬ П.М., ФЮТАК О.С. Підвищення ефективності систем тепlopостачання	8
АРСІРІЙ О.О., СМІК С.Ю., ПОДУФАЛА Т.С., СТУПАКОВА І.Г. Удосконалення параметрів роботи прямого та зворотнього циклів Ренкіна	9
АФНАСЬЄВ Б. А., ХЛИЦОВ М.В. Енергозберігаюча повітряна система опалення з нестационарним тепловим навантаженням приміщень	12
БАРИШЕВ В.П. Рівняння теплоємності та ентальпії продуктів згорання газообразного палива	14
ВОИНОВ А.П., ЭЛЬКИН Ю.Г. Частичное обновление котельных установок в проблеме энергосбережения	17
ГЕРАСКІНА Е.А., ДАНІЧЕНКО М.В., ХОМЕНКО О.В. Сонячна енергія та перспективи її використання	21
ДОРОШЕНКО Ж.Ф., ПОТАПОВ М. Д. Современные проблемы организации энергосбережения в муниципальных системах теплоснабжения	24
ЖУК Г.В., КРУШНЕВИЧ С.П., ПРЕДУН К.М., КОСТРИЦЯ С.В., ВЕРБОВСЬКИЙ О.В., ІВАНОВ Ю.В., ОНОПА Л.Р., МАЛЕЖИК П.І., КУБЕНКО С.Б. Ефективне використання ресурсів газового палива	27

ІСАЄВ В.Ф. , СЕРБОВА Ю.М., ВІШНЕВСЬКА О.В., САВЧУК Б.А Моделювання структури потоку	30
ІСАЄВ В.Ф., ГЕРАСИМЕНКО О.А., ГРІДАСОВ А.Ю, БАРБОВ І.І., ЛЄДЕНЬОВ О.В. Оптимізація енергетичної ефективності роботи сонячного колектору і рекуператора в системі повітряного опалювання	32
ІСАЄВ В.Ф., КІОСАК В.А., ГРІДАСОВ А.Ю., ВАСИЛЕНКО Л.А., ПАНОВ В.Г. Вплив зміни іонізації повітря на зміну концентрації вуглекислого газу при загальнообмінній вентиляції	34
КОВАЛЬЧУК Ю.Г., ГРИГОРУК І.А. Зменшення обмежень потужності котлів – актуальна проблема енергетики	37
ПЕТРАШ В.Д., МАКАРОВ В.О., ГЕРАСКИНА Е.А., ГОЛУБЕНКО А.В. Теплопостачання м. Одеси на основі парокомпресійної трансформації теплоти морської води	39
СОРОКА М.С., ЛЄОНОВ В.Є. Методи скорочення викидів забруднюючих речовин з суден в атмосферне повітря	43
ФОЦЬ А.В. Модернізація систем теплопостачання	48

ВОДОПОСТАЧАННЯ, ВОДОВІДВЕДЕННЯ, РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНА ВОДНИХ РЕСУРСІВ

ГІДРОТЕХНІЧНЕ БУДІВНИЦТВО, ВОДНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ВОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ

БЛАЖКО А.П., БААДЖИ В.Г. Екологічне оцінювання якості поверхневих вод в басейні річки Сарата для систем краплинного зрошення	51
ДУШКІН С.С., ШЕВЧЕНКО Т.О., ТКАЧОВ В.О., БЛАГОДАРНА Г.І. Ресурсозберігаючі технології в області підготовки питної води	55

ЕПОЯН С.М., СОРОКІНА К.Б., АЙРАПЕТЯН Т.С., ГАЙДУЧОК О.Г., СУХОРУКОВ Г.І. Вдосконалена технологічна схема з використанням трубчастого змішувача при підготовці питної води	59
КОВАЛЕНКО С.А., ПОНОМАРЕНКО Р.В., ІВАНОВ Є.В. Дослідження вмісту нітратів у поверхневому водному об'єкті	61
КРІСТЄВ А.А. Актуальні проблеми водозабезпечення та водовідведення в Україні	65
НЕДАШКОВСЬКИЙ І.П., ХОРУЖИЙ В.П. Енергоефективність та енергозбереження у сфері водопостачання та водовідведення	67
ОЛЕЙНИК Т.П., МАКОВЕЦКАЯ Е.А. Оценка возможности обратноосмотического опреснения подземных вод	71
ПОЛЩУК А.А. О приборах для выполнения ДСанПин 2.2.4-171-10.	75
ПОЛЩУК А.А. О принятии новой Директивы 2020/2184/ес о качестве воды, предназначенной для потребления человеком	78
ПРОГУЛЬНЫЙ В.И. Проблемы водосбережения городов	81
РЕПКО К.Ю., МАНОЙЛО Є.В., МОЇСЄЄВ В.Ф. Реконструкція обладнання для декарбонізації води у системах водо- та теплопостачання	84
СОРОКІНА К.Б. Можливості інтенсифікації процесу анаеробного зброджування осадів стічних вод зі збільшенням кількості отриманого біогазу	88
ЧУБ І.М., ТКАЧОВ В.О., КОЗИР Н. І Удосконалення методу очищення стічних вод від іонів важких металів	92

**ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У МІСЬКОМУ ТА КОМУНАЛЬНОМУ
ГОСПОДАРСТВІ**

АФАНАСЬЕВ Б.А., БОЧОРОШВИЛИ Г.Д., КЕРШ В.Я., ХЛЫЦОВ Н.В. Оптимизация тепловой защиты монолитного перекрытия	96
АФАНАСЬЄВ Б. А., ЧЕРНЕНКО А.А. Сонячні теплові та фотоелектричні системи інтегровані у фасадні конструкції будівель	100
ВАСИЛЕНКО В.І. Квартирні теплові пункти HERZ	101
ВИЛИНСКАЯ Л.Н., ЗАЛОГИНА А.С., БУРЛАК Г.М. Organization of operated green roof	105
КЕРШ В.Я., КОЛЕСНИКОВ А.В., ЗАМУЛА М.А. Гипсосодержажий композиционный материал для теплозвукоизоляции перекрытий	107
САВИЦЬКИЙ В.В. Вплив довантажень на напружено-деформований стан збірно- монолітних залізобетонних балок в процесі повторних навантажень експлуатаційних рівнів	109
САВИЦЬКИЙ В.В. Розрахунок площі арматури у стиснутих залізобетонних елементах прямокутного профілю за чинними нормами проектування	113
ТАРАСЕВИЧ Д.В., БОГДАН О.В. Оцінка впливу вітру на теплові втрати при опаленні будівель	117
ШЕВЧЕНКО Л.Ф., ПЕТРАШ В.Д., ДАНИЧЕНКО Н.В., БАЛЕКА О.В. Особливості енергетичної сертифікації житлових будівель	119