

Технічні характеристики пристрою	
Номинальна напруга змінного струму, кВ.....	10
Максимальний струм короткого замикання, що встановився, кА.....	10
Час існування струму короткого замикання, не більше, с.....	0,2
Напруга спрацювання, В.....	200-300
Максимальний час спрацювання, с.....	$30 \cdot 10^{-6}$

**Висновки та напрямки подальших досліджень.** Прийняті рішення під час розроблення пристрою дозволяють уникнути необхідності послідовного включення тиристорів на напругу контактної мережі, а також використання стороннього джерела живлення та перетворювача напруги у поєднанні з високою швидкістю, яка не перевищує  $30 \cdot 10^{-6}$  с. Подальші дослідження доцільно направити на безконтактне переключення керуючих електродів тиристорного ключа кожні півперіоду живлячої напруги.

#### Список літератури

1. Бурьяноватый А.И., Кондаков А.Д., Мизинцев А.В. Защита электротяговых сетей переменного тока на основе интеллектуальных терминалов / – СПб.– ПГУПС, 2003.– 111 с.
2. Баженов В. Н. Релейная защита элементов электроэнергетической системы: пособие для практических расчетов / X.: ПланетаПринт, 2018. – 92 с.
3. Пироженко А.В. Метод расчета изменений фазового угла переменной составляющей выпрямленного тока при переходных процессах в контактных сетях. В кн.: Безопасность труда в горнорудной промышленности. – М., Недра, 1987. С.13-15. (Всесоюз. науч.-исслед. ин-т безопасности труда в горнорудной пром-сти).
4. Серов В.И. Методы и средства борьбы с замыканиями на землю в высоковольтных системах горных предприятий. М.: 1985.- 97 с.
5. Щуцкий В.И. Защитное сунтирование однофазных поврежденных электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1986.-124 с.
6. Проміжок іскровий ПІМ-62. Сімферопольський електротехнічний завод. ТУ 3185-005-00184939-2014.
7. Пироженко А.В., Ликаренко А.Г.,Новиков И.А.,Ющенко С.И. Устройство для снижения потенциала корпуса экскаватора при касании ковшем контактного провода. А.С. 1614064 СССР, МКИ Н02Н3/14. - №444794/24-07. Заявлено 04.04.88. Опубл.15.12.90. Бюл. № 46.
8. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров: Пер. с англ. - М.:Наука, 1973. - 831с.
9. Пироженко А.В., Ликаренко А.Г. Устройство для поочередного управления параллельно включенными тиристорными ключами. А.С. 1525831 СССР, МКИ Н02М1/08. - №422706/24-07. Заявлено 13.04.87. Опубл.30.11.89. Бюл. № 44.
10. В.М.Кутін Параметри контактних тягових мереж змінного струму залізничних кар'єрів. /В.М.Кутін – Warsak: iScience Sp.2.0.0-2020.-251с.

Рукопис подано до редакції 04.04.2023

УДК 622.34: 658.38

О. Є. ЛАПШИН, д-р техн. наук, проф., С.Л. КОВАЛЕНКО, магістр  
Криворізький національний університет

### ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ПРИ ОБСЛУГОВУВАННІ МАЙДАНЧИКА ВИВАНТАЖЕННЯ РУДИ ТА РЕМОНТІ КОНУСНИХ ДРОБОРОК В КАР'ЄРІ

**Мета.** Зниження впливу шкідливих та небезпечних виробничих факторів на робочих місцях ремонтно-технологічного персоналу, підвищення безпеки праці під час ремонту конусних дробарок в кар'єрі.

**Методи дослідження.** Наукове узагальнення і аналіз літературних джерел, промислові дослідження, використання прийнятих законодавчих актів, настанов і виконання регламентованих положень з безпеки праці в гірництві.

**Наукова новизна.** Наведено наукове обґрунтування параметрів системи коагуляції рудникового пилу гідродисперсним аерозолем у вигляді туману та способу механізованого очищення приймального бункера з використанням пневмогідралічної щітки.

**Практичне значення** полягає в розробці куполоподібного укриття, обладнаного системою утворення гідродисперсного аерозолу над приймальним бункером дробарки для запобігання виділення пилу та механізованого способу очищення приймального бункера конусної дробарки за допомогою пневмогідралічної щітки. В проекті організації робіт розроблені заходи, що дозволяють зменшити забруднення повітря, поліпшити умови праці і підвищити рівень безпеки на промисловому майданчику вивантаження гірської маси в кар'єрі.

Економічна доцільність від впровадження розроблених комплексних заходів полягає у зменшенні грошових витрат, пов'язаних з простоем основного виробничого обладнання.

Технічний результат від використання запропонованих заходів полягає в поліпшенні умов праці на території промислового майданчику вивантаження гірської маси та підвищення безпеки при ремонті конусних дробарок в кар'єрі.

**Результати.** Розроблено проект куполоподібного укриття, обладнаного системою утворення гідродисперсного аерозолу над приймальним бункером дробарки.

Розроблено механізований метод очищення приймального бункера конусної дробарки від шару налипшої гірничої маси з використанням пневмогідравлічної щітки.

Розроблено проект організації робіт, який містить опис технології виконання робіт та комплекс організаційно-технічних заходів, спрямованих на поліпшення умов праці та підвищення безпеки під час виконання робіт з ремонту конусних дробарок в кар'єрі.

Визначена економічна доцільність впровадження розроблених заходів у виробництво.

**Ключові слова:** безпека, майданчик, конусна дробарка, приймальний бункер, забруднення повітря.

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Циклічно-поточна технологія на гірничо-збагачувальних комбінатах до теперішнього часу передбачає при подрібненні гірської маси в кар'єрі застосування дробарок конусного типу крупного дроблення з діаметром конуса 900 мм і більше. Гірська маса потрапляє в приймальний бункер дробарки безпосередньо з залізничних вагонів або спеціальних автосамоскидів з наявністю великої кількості негабариту і пилових фракцій. Процес вивантаження у приймальний бункер дробарки руди супроводжується виділенням в атмосферу рудникового пилу, який є полідисперсний. Під час вивантаження руди з самоскидів спостерігається виділення пилу у великій кількості. В результаті цього, на поверхні майданчика вивантаження гірничої маси та приймального бункера дробарки спостерігається забруднення повітря, при цьому концентрація пилу перевищує допустимі значення. Крім цього, відбувається налипання гірської маси з утворенням щільного шару товщиною понад 50-100 мм у верхній частині приймального бункера дробарки. Налиплий шар гірської маси унеможливує безпечно здійснювати ремонтні роботи, які полягають в заміні футерувальних плит, чаші та поверхні дробильного конусу дробарки.

Видалення налиплого шару гірської маси з поверхні приймального бункера дробарки здійснюється без використання засобів механізації, при цьому працюючі використовують запобіжні пояси і страховочні канати, перебуваючи тривалий час в безпорному просторі. Для забезпечення сталої роботи конусних дробарок складається та затверджується у встановленому порядку графік планово-попереджувальних ремонтів.

Виходячи з таких обставин вирішення питання поліпшення умов праці та підвищення безпеки на території промислового майданчика вивантаження гірської маси та ремонту конусної дробарки є актуальним науковим і практичним завданням.

Вирішення цих питань пропонується шляхом розроблення ремонтно-технологічної документації виконання ремонтних робіт з додержанням заходів безпеки та знепилення повітря шляхом утворення куполоподібного укриття, обладнаного системою утворення гідродисперсного аерозолу у вигляді туману над приймальним бункером дробарки, а очищення поверхні приймального конуса дробарки від налиплого шару гірської маси здійснювати із застосуванням гідропневматичної форсунки та використанням для працівника підвісної робочої площадки з дистанційним управлінням.

Згідно ремонтно-технологічної документації, першим етапом по підготовці конусної дробарки до виконання ремонтних робіт з заміни основних вузлів та агрегатів є очищення верхньої частини приймального бункера дробарки від налиплого шару гірської маси.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Станом на сьогоднішній день, очищення майданчика вивантаження гірничої маси та приймального бункера дробарки від налиплого шару гірської маси виконується вручну, бригадою ремонтно-технологічного персоналу [1].

Персонал, за допомогою страховального канату, з застосуванням лямкового поясу спускається до приймального бункера дробарки. Роботи виконуються за допомогою ручного інструменту.

Існуючий спосіб супроводжується ризиками високого рівня, а саме: можливості падіння робітника з висоти, травмування ручним інструментом ударної дії, потрапляння сторонніх предметів в середину дробарки.

Очищення приймального бункера дробарки існуючим способом допускає знаходження працівників в умовах впливу рудникового пилу та фізичного навантаження, що перевищує нормативні показники [2].

Результати аналізу досліджень існуючих умов праці на промисловому майданчику вивантаження гірничої маси в приймальний бункер конусної дробарки свідчать про високу запиленість повітря та небезпеку під час очищення верхньої частини бункера без засобів механізації [3].

Відомі способи боротьби з пилом в рудникових кар'єрах, які передбачають зрошення гірської маси перед початком її завантаження в самоскиди [2].

Недоліком відомого способу є те, що він технічно недосконалий. По-перше, відбувається зрошення лише верхнього шару відбитої гірської маси, а по-друге, виникає питання перезволоження руди, що не дозволяється технічними умовами збіту товарної продукції.

Найбільш близьким до вирішення існуючого питання є обладнання аспіраційної системи знепилення приймальних бункерів дробарок з використанням відсмоктувальних трубопроводів і потужних вентиляторів [3].

Недоліком цього способу є те, що він потребує утворення у приймальному бункері дробарки високого розрідження, яке можливо лише за ретельною герметизацією бункера. Оскільки бункер під час розвантаження самоскидів залишається відкритим, то спостерігається викид забрудненого повітря шляхом витискання його падаючою гірською масою.

Відомий спосіб очищення поверхні каменя, скла металевих виробів шляхом руйнування поверхні піском або іншим абразивним порошком, який розпиляється струменем повітря [8].

Недоліком відомого способу є те, що він потребує використання абразивного матеріалу розміром 0,2-1,0 мм, який транспортується стислим повітрям на невелику відстань, випускний елемент необхідно тримати постійно в руках, він не управляється дистанційно.

В основу запропонованого способу очищення налиплого шару гірської маси на поверхню приймального бункера конусної дробарки в кар'єрі поставлена задача вдосконалення існуючого способу шляхом руйнування налиплого шару струменем водопровідної суміші, утвореної гідропневматичною форсункою [7].

**Постановка задачі.** Метою цього дослідження є розробка заходів поліпшення умов праці та підвищення безпеки на майданчику вивантаження руди та ремонті конусних дробарок в кар'єрі.

**Викладання матеріалу та результати.** Згідно ремонтно-технологічної документації, першим етапом з підготовки конусної дробарки до виконання ремонтних робіт з заміни основних вузлів та агрегатів є очищення верхньої частини приймального бункера дробарки від налиплого шару гірської маси. Вміст пилу, разом з вмістом вільного диоксиду кремнію від 10% до 70%, в повітрі робочої зони в 4, 8 разів перевищує ГДК - 2,0 мг/м<sup>3</sup>.

Очищення налиплою гірської маси, яке здійснюється без засобів механізації, характеризується важкістю праці. Так, величина статичного навантаження за зміну при утриманні вантажу двома руками становить 70920 кг/с, при нормі 70000 кг/с; нахили тулуба (вимушені), більше 30° до 135 разів за зміну при допустимих 51-100 разів; періодичне перебування у незручній робочій 31,4% зоні при допустимому до 25% (згідно з вимогами Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», затверджених наказом МОЗ України від 08.04.2014 №248). У разі виникнення нещасного випадку на майданчику вивантаження гірничої маси, на період надання екстреної, невідкладної медичної допомоги потерпілому, допускається зупинення основного виробничого обладнання [9-12].

Проведений аналіз ремонтно - технологічної документації засвідчив, що роботи виконуються з порушенням «Правил охорони праці під час дроблення і сортування, збагачення корисних копалин і огрудкування руд та концентратів», а саме: відсутній опис покрокового виконання робіт з чітким розподіленням ролі та обов'язків виконавців робіт; відсутній методичний контроль виконання робіт на висоті; відсутні додаткові елементи захисту від падіння з висоти; відсутній опис виконання вантажно-розвантажувальних робіт та вимоги до їх виконання; відсу-

тні графічні зображення схем стропування вантажів; відсутні вимоги з електробезпеки, пожежної безпеки та виробничої санітарії; відсутні дії персоналу у разі виникнення аварійної ситуації.

Усунення виявлених недоліків та ризиків високого рівня під час виконання очищення майданчика вивантаження гірничої маси та приймальної вирви конусної дробарки стало головною метою розробки комплексних заходів, спрямованих на поліпшення умов праці та підвищення безпеки при обслуговуванні майданчика вивантаження гірської маси та ремонті конусних дробарок в кар'єрі.

Першим заходом, направленим на підвищення безпеки праці під час обслуговування майданчика вивантаження гірничої маси та ремонті конусних дробарок в кар'єрі є розробка проекту виконання робіт з очищення майданчика вивантаження гірничої маси та приймального бункера конусної дробарки від налиплої гальми.

Проект організації робіт далі ПОР містить методичні матеріали для ремонтно-технологічного персоналу при організації, підготовці та виконанні робіт з очищення майданчика вивантаження гірничої маси та приймальної вирви конусної дробарки ККД 1500/180 від шару налиплої гірничої маси.

ПОР розроблений на підставі аналізу існуючих умов праці та оцінки ризиків, визначених в ході проведення цільового аудиту безпеки місця проведення робіт.

В цьому проекті розроблені заходи щодо усунення виявлених недоліків та порушень вимог охорони праці, промислової та екологічної безпеки, а саме: порядок послідовного виконання робіт з покрововим описанням дій осіб, відповідальних за безпечне проведення робіт; заходи безпеки під час виконання вантажно – розвантажувальних робіт, схеми стропування та складування вантажів; заходи безпеки під час виконання робіт на висоті та інструкція з охорони праці для безпечного спуску та підйому працівників по похилим поверхням укосів приймального бункера конусної дробарки ККД 1500/180 з застосуванням затискача типу «жумар»; заходи з електробезпеки; порядок очищення майданчика вивантаження гірничої маси та приймального бункера дробарки від шару налиплої гірської маси механізованим способом з використанням пневмогідролічної щитки та мостового вантажопідйомного крану.

Порядок очищення майданчика вивантаження гірничої маси та приймального бункера дробарки від шару налиплої гірської маси механізованим способом передбачає виконання робіт без спуску ремонтно-технологічного персоналу в приймальний бункер дробарки, тим самим повністю виключаються ризики падіння персоналу з висоти.

Роботи виконуються у наступному порядку:

стропальник виконує стропування робочої площадки підвісної типу ЛП-3-500 згідно схеми стропування вантажів;

в робочу площадку поміщується працівник (виконавець робіт). Карабін страхувального канату якого, кріпиться до відповідної скоби, розташованої на площадці;

до площадки кріпляться дві відтяжки відповідного розміру;

працівник (виконавець робіт) бере з собою гідропневматичну щитку та подає команду машиністу крана на переміщення площадки в зону виконання робіт;

машиніст крану попередньо піднімає площадку на висоту від 200 мм до 300 мм для перевірки правильності стропування та надійності дії гальма;

за умовним сигналом машиніст крану переміщає площадку в місце проведення робіт;

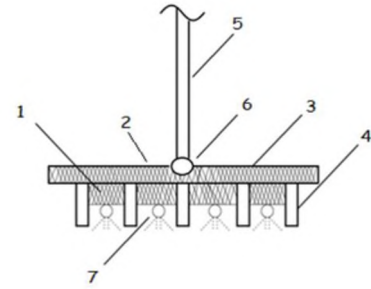
під час переміщення до місця робіт, виконавець робіт, що знаходиться в площадці слідкує за натяжкою гнучкого трубопроводу гідропневматичної щитки;

виконавець робіт, за допомогою телескопічної труби, на кінці якої розташована гідропневматична щитка, встановлює щитку на місце зосередження шару налиплої гірської маси;

виконавець робіт відкриває падаючий вентиль, розташований на гнучкому трубопроводі, та починає виконувати очистку укосів щиткою, яка здійснює руйнування налиплої гірської маси струменем водоповітряної суміші.

Механізований метод очищення майданчика вивантаження гірничої маси та приймальної вирви дробарки від шару налиплої гірської маси передбачає виключення важких і небезпечних умов праці під час ремонту дробарок, зниженню дії впливу рудникового пилу та фізичного навантаження, що перевищує нормативні показники. Зовнішній вигляд гідропневматичної щитки наведений на рис 1.

**Рис 1.** Зовнішній вигляд гідропневматичної щітки: 1 – футляр; 2 – запобіжна кришка; 3 – наскрізні отвори; 4 – рівновеликі відрізки металевого дроту II – подібні форми; 5 – телескопічна труба  $\varnothing = 32$  мм з легко сплавного матеріалу; 6 – шарнірне з'єднання; 7 – форсунки



Для здійснення ефективного методичного контролю виконання робіт на висоті в ПОР визначена обов'язкова присутність представника спеціалізованої об'єктової аварійно-рятувальної служби (далі СОАРС) та спеціального автомобіля, укомплектованого необхідним аварійно-рятувальним спорядженням.

Представник СОАРС перед початком та у процесі виконання робіт здійснює методичний контроль виконання робіт на висоті, навчає та демонструє виконавцям робіт безпечні прийоми виконання робіт на висоті, контролює їх виконання.

Керівник робіт перед початком та в ході їх виконання перевіряє достатність заходів безпеки на робочих місцях, дотримання виконавцями робіт інструкцій з охорони праці, внутрішніх стандартів підприємства та справжнього ПОР.

Інженер з охорони праці (лінійний контроль) здійснює загальний контроль дотримання вимог охорони праці, промислової та екологічної безпеки під час виконання робіт.

Технічні рішення в ПВР, розроблені відповідно до вимог охорони праці, промислової та екологічної безпеки.

Другим заходом, направленим на підвищення безпеки праці під час обслуговування майданчика вивантаження гірничої маси та ремонті конусних дробарок в кар'єрі є розробка концепції попередження нещасних випадків на виробництві.

За минулі періоди роботи гірничо – збагачувальних підприємств простежується тенденція, що причиною всіх нещасних випадків є неякісно та не в повному обсязі проведена оцінка ризиків перед початком виконання робіт.

**Висновки та напрямки подальших досліджень.** Вивантаження гірської маси з самоскидів в приймальний бункер дробарки супроводжується виділенням пилу, який розповсюджується по території майданчика і кар'єру.

Для запобігання викиду забрудненого повітря в атмосферу приймального майданчика запропоновано гідрозахисний купол над бункером конусної дробарки, що дозволяє зменшити надходження шкідливого пилу в кар'єрний простір.

Запропоновано проект організації робіт (ПОР) при здійсненні ремонту конусної дробарки в кар'єрі, впровадження якого дозволить уникнути травмування працюючих, поліпшити умови праці та підвищити культуру виробництва в кар'єрі.

Запропоновано конструкцію гідропневматичної щітки, застосування якої дозволить зменшити виділення пилу при руйнуванні налиплого шару гірської маси та поліпшити умови праці на приймальному майданчику вивантаження руди в бункер дробарки.

#### Список літератури

1. Лапшин О.Є., Лапшин О.О., Лапшина Д.О. Охорона праці в гірництві. - Кривий Ріг. «КНУ» 2018.- 274 с.
2. Лапшин О.Є., Лапшин О.О., Лапшина Д.О. Охорона рудникового повітря. - Кривий Ріг. «КНУ» 2017. - 196 с.
3. Лапшин О.Є., Лапшин О.О. та ін. Вентиляція промислових приміщень. - Кривий Ріг. «КНУ» 2022. - 262 с.
4. Лапшин, О.О., Лапшин О.В., Пищикова О.В. та ін. Збірник лабораторних і практичних робіт з охорони праці та цивільної безпеки - Кривий Ріг. «КНУ» 2021. - 225 с.
5. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України. – 2011.–127 с.
6. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – К.: Мінрегіонбуд України. – 2013. – 240 с.
7. Лапшин О.Є., Коваленко С.Л. Пат. на корисну модель 152013 Україна МПК В02С 23/00. Спосіб очищення зовнішнього конуса дробарки в кар'єрі від налиплої гірської маси - заявник і патентовласник Криворізький національний університет. Опубл. 12.10. 2022. Бюл. № 41.
8. Никольський Б.П. Справочник химика. – Л.: Химия, 1971. – С. 368.
9. Закон України Про охорону праці: Закон України від 14.10.92 № 2695-ХІІ // Відомості Верховної Ради України. – 1992. № 49. – Ст. 668.
10. Загальнодержавна соціальна програма поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2014-2018 роки: Закон України від 04.04.2013 № 178-VII // Відомості Верховної Ради України. – 2014. № 10. – Ст. 112.
11. Системи управління гігієною та безпекою праці: Національний стандарт України ДСТУ ОHSAS 18001:2010 від 27 грудня 2010 р. № 594 // ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ України. – 2011. – Ст. 20.

УДК 628.8

В.В. САВІН, асистент, П.С. КІРІЧЕНКО, канд. техн. наук, доц.  
Криворізький національний університет

## РЕКУПЕРАТОРИ ЯК ШЛЯХ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ МЕХАНІЧНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ В ПИТАННІ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ БУДИНКІВ

**Мета.** Стаття присвячена вивченню рекуператорів у ролі забезпечення ефективності системи вентиляції в будинках з погляду енергозбереження. Метою є представлення результатів технічного огляду деяких видів рекуперативних припливно-втяжних систем механічної вентиляції, відповідно до концепції та класифікації на основі будови рекуператора і напрямку руху потоку повітря, які допомагають зменшити споживання енергії *та*, з точки зору санітарно-гігієнічних норм, повністю забезпечують баланс тепла і холоду, вуглекислого газу та кисню в будинку під час опалювального сезону.

**Методи.** Результати, наведені у статті, отримані з використанням методів, різних за напрямом і масштабом охоплення предмету дослідження: узагальнення результатів попередніх досліджень, комплексного аналізу, логіко-структурного аналізу, науково-аналітичного аналізу тощо.

**Наукова новизна.** Огляд типів рекуператорів тепла, їх переваг та недоліків, дозволяє систематизувати наявні дані та тенденції застосування у використанні рекуператорів у вентиляційних системах будинків, дає можливість фахівцям швидко ознайомитися з можливими варіантами в одному джерелі та допоможе дослідникам розширити основні типи рекуператорів.

**Практична значимість.** Представлена стаття виступає значним методичним підґрунтям при виборі найбільш ефективних рекуператорів тепла для припливно-втяжних систем вентиляції та надає змогу зрозуміти, який рекуператор краще підходить для конкретного типу будинку або приміщення залежно від особливостей, умов використання, вимог до якості повітря та енергоефективності. Викладена інформація допоможе визначитись з оптимальним типом рекуператора для будинку з вимогами до якості повітря та енергоефективності, що дозволить забезпечити максимально комфортні умови для проживання, та з формуванням порівняльної бази для розроблених конструкцій рекуператорів тепла вентиляційного повітря.

**Результати.** Наведено основні переваги та недоліки найбільш популярних на ринку України рекуператорів теплоти, що дозволяє підібрати оптимальний варіант для конкретної ситуації. Стаття буде корисною для будівельників, проектувальників, інженерів та всіх, хто цікавиться ефективним використанням енергії та зменшенням витрат на опалення та кондиціонування приміщень.

**Ключові слова:** вентиляція, рекуператор, тепло, теплообмінник, енергоощадність, енергоефективність.

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Будь-якому закритому приміщенню необхідне щоденне провітрювання, але часто його не вистачає для забезпечення необхідного мікроклімату та комфорту. Особливо це стосується холодної пори року, коли звичайне провітрювання призводить до швидкої втрати тепла в будинку та зайвих енерговитрат на відновлення необхідної температури

Однією з основних характеристик енергетичної ефективності будівель прийнято вважати питому витрату енергії на опалення та вентиляцію  $1 \text{ м}^2$  приміщень на рік. Ми значно відстаємо від більшості європейських країн за цим показником. На жаль, темпи зниження питомої витрати тепла на опалення недостатньо високі. У цього є багато причин, але однією з основних є недостатнє використання в масовому будівництві сучасних енергозберігаючих технологій та висока вартість нових розробок порівняно з тими, що вже використовуються. Очевидну необхідність підвищення енергетичної ефективності вітчизняної будівельної галузі вкотре підтверджує досвід енергозбереження, накопичений у Європі та США.

Метою всіх нових розробок є використання меншої кількості енергії для забезпечення того самого рівня енергопостачання будівель. Проблема енергозбереження актуальна для системи вентиляції. Разом з видаленням повітрям втрачається велика кількість тепла, що не бажано. Це