

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-витяжних 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-витяжних 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 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

завдання легко вирішується за рахунок встановлення рекуператорів тепла у системі вентиляції, які підігрівають холодне припливне повітря за рахунок теплого витяжного повітря.

Аналіз досліджень і публікацій. Виходячи з розглянутої літератури можна сказати, що велика кількість енергії втрачається через опалення, кондиціонування повітря та вентиляцію, тому дуже важливо відновити цю енергію шляхом впровадження системи рекуперації тепла для будинків. Крім того, ця технологія пропонує оптимальне рішення: свіже повітря, кращий клімат-контроль та енергоефективність. Термін "рекуперація" (від латинського "recuperare" - відновлювати, повертати) в галузі техніки та інженерії був введений у вжиток у XIX столітті і визначається як процес передачі енергії від високотемпературного потоку до низькотемпературного потоку, що є ефективним і економічним у експлуатації. Рекуперація тепла в будівництві набуває широкого застосування в деяких європейських країнах, особливо у високоширотних країнах, таких як Німеччина та Швеція [6]. Енергоефективність будівлі можна підвищити за рахунок підвищення її герметичності, вимірювання якої різними методами може мати різні похибки [7]. Збільшення герметичності призводить до значної економії енергії [8], і чим краще теплоізоляція будівлі, тим більше економія енергії. Необхідність здорових умов у приміщенні, енергетична криза та екологічні проблеми роблять системи вентиляції будівель дуже важливими сьогодні. Елементи систем вентиляції для зниження енергоємності постійно є предметом багатьох наукових досліджень. Дуже популярним рішенням для рекуперації тепла є використання пластинчастого теплообмінника, енергетичні ефекти якого проаналізовано, наприклад, у [9]. Проблема конденсації водяної пари в такому теплообміннику експериментально досліджена в [10]. Автори [11] розглянули мембранні теплообмінники, їх конструкцію та ефективність роботи за різних умов. Іншим способом рекуперації тепла з відпрацьованого повітря є використання акумулюючого роторного теплообмінника, для якого автори [12] відзначають, що його ефективність знижується поздовжньою теплопровідністю.

Дуже цікавим і комплексним способом рекуперації тепла з відпрацьованого повітря є система [13], технологія якої заснована на використанні припливної установки з високоефективним рекуператором тепла, системи охолодження фотопанелей і попереднього підігріву свіжого повітря за допомогою вентиляційного повітря. Додатковим ефектом є підвищення ефективності фотоелектричних панелей і збільшення виробництва електроенергії. Системи вентиляції з так званим «забірником теплого повітря», де свіже повітря втягується через заскленний елемент, який отримує сонячне тепло, описано в статті [14]. Повний огляд різних типів технологій рекуперації тепла відпрацьованого повітря опубліковано в [15]. Особливу увагу автори приділяють проблемі обмерзання приладів у холодному кліматі. У [16] представлена система рекуперації тепла, об'єднана з тепловою трубою з контуром, що керується насосом, і тепловим насосом. У роботі [17] представлена типова система рекуперації тепла внутрішнього повітря на основі компресорного теплового насоса, встановленого всередині вентиляційної установки.

Постановка задачі. Враховуючи актуальність питання зменшення споживання електричної енергії метою роботи є технічний огляд найбільш популярних на ринку України рекуператорів теплоти.

Викладення матеріалу та результати. Сьогодні акцент при проектуванні сучасних будівель приділяється не тільки технічно функціональним, але й енергоефективним будівлям. Проблема енергозбереження актуальна для систем, які використовуються в будівлі. Ціни на енергоносії у світі високі, тому ідея енергозбереження проникла у всі сфери будівництва, в тому числі в проектування та створення систем вентиляції. Фінансова економія контролюється шляхом оптимізації споживання ресурсів. Комфортний мікроклімат в приміщенні є однією з важливих складових життєзабезпечення всієї будівлі. Саме сприятливий мікроклімат сприяє підтриманню нормального теплового стану організму людини, забезпечує тепловий комфорт і створює передумови для високого рівня працездатності. Фахівці стверджують, що розрахований запас енергії для обігрівачів і вентиляторів в системах механічної вентиляції старих будинків значно перевищує електроенергію для освітлення. Енергозберігаючі заходи в системах вентиляції сьогодні є перспективним завданням. Економія коштів при експлуатації - актуальна проблема. Створення економічно ефективних і енергоефективних систем вимагають абсолютно нових підходів і знань від професіонали дизайну.

Один із пристроїв, що є популярним останнім часом - рекуператор повітря. Як відомо, під час провітрювання приміщення відбуваються великі втрати тепла, а завдяки роботі цього при-

тосування їх можна уникнути, тим самим зменшити навантаження під час опалювального процесу. Головне завдання такого апарату полягає у поверненні теплової енергії, втраченої через систему вентиляції, а основною функцією- отримання корисної енергії від повітря, що видаляється з приміщення, за умовою, що потоки не повинні змішуватися, тобто припливне повітря не повинно хоч скільки-небудь значно забруднюватися відпрацьованим витяжним повітрям.

За напрямком руху повітряних потоків рекуператори розрізняють:

перехреснотечійні рекуператори, потік рухається спрямовано перпендикулярно один одному;

протитечійні рекуператори, потік рухається протилежно відносно один одного;

прямотечійні рекуператори, потік рухається паралельно та односпрямовано.

Залежно від температури теплоносія рекуператори розрізняють:

високотемпературні (температура теплоносія від 600 °C і вище);

середньотемпературні (температура теплоносія від 300 °C до 600 °C);

низькотемпературні (температура теплоносія до 300 °C).

Необхідність виробництва таких рекуператорів викликана тим, що в умовах деяких виробничих процесів температура теплоносія може бути різною, і діапазон її значень досить великий.

За типом матеріалу теплообмінника:

керамічний; ефективно акумулює тепло, має тривалу тепловіддачу, не боїться вологи;

мідний; швидко реагують на зміну температури - охолоджуються і нагріваються, але також швидко конденсують у вологому середовищі;

алюмінієвий; ознаки такі ж, як і у мідного;

пластиковий; застосовується не так давно і досить рідко;

целюлозний; працює за умов низької та середньої вологості, і завдяки цьому підтримує її рівень в приміщенні, не сушить повітря, чутливий до вологи, замерзає при температурі близько -5 °C.

Класифікація рекуператорів за будовою та теплоносієм - найбільш розповсюджена, при цьому комплексна та всеохопна. Саме конструктивне рішення та тип теплоносія, як правило, визначають основні властивості та принцип роботи приладу. Розглянемо найпоширеніші види рекуператорів.

Роторні рекуператори- мають одні з найвищих показників ефективності, який сягає 70-85%, і являють собою велике колесо (ротор), вісь обертання якого збігається з лініями руху повітря, а розташована вона між потоками таким чином, що половина ротора знаходиться у зоні витяжного повітря, а друга половина - у зоні припливного повітря. Повільно обертаючись, деяка частина ротора спочатку контактує з витяжним повітрям, яке її нагріває. Через деякий час ця частина ротора переходить у зону припливного повітря, де нагріває його, віддаючи накопичене раніше тепло. Відразу після цього вона знову переходить у зону витяжного повітря та нагрівається. Цикл замикається.

Переваги: висока ефективність відновлення тепла 60-85%, що дозволяє знизити витрати на опалення та охолодження будівлі; висока продуктивність і здатність обробляти більші об'єми повітря, що робить роторний рекуператор хорошим вибором для великих будівель; може відповідати системам з високими вимогами до якості повітря, так як дозволяє ефективно фільтрувати повітря; дозволяє повертати не лише тепло, а й вологість, що важливо для приміщень, де рівень вологості постійно підвищений або знижений; регулюючи швидкість обертання ротора можна регулювати загальну ефективність рекуператора. Недоліки: висока вартість в порівнянні з іншими типами рекуператорів; забруднене повітря частково переноситься в приплив, у зв'язку з чим є потреба у встановленні додаткових фільтрів на приплив та на витяжку; наявність рухомих частини, що викликає потребу в регулярному обслуговуванні, в тому числі чистка і заміна фільтрів; виникнення проблем із замерзанням ротору в холодні місяці року, що може призвести до пошкодження рекуператору.

Пластинчасті рекуператори найпоширеніший вид рекуператорів, на базі пластинчастого теплообмінника, каналами якого рухається припливний та витяжний потоки повітря. Ці канали чергуються. Таким чином, кожен потік витяжного повітря у спеціальному пластинчастому теплообміннику через стінки контактує із двома потоками припливного повітря, а кожен потік припливного - із двома потоками витяжного, але через різницю температур на поверхні пластин теплообмінника може осідати конденсат.

Переваги: висока ефективність теплообміну завдяки наявності великої поверхні теплообміну; компактність та легкість установки, що дозволяє використовувати рекуператори в обмежених просторах; відсутність рухомих деталей; відсутність перетікання повітря між витяжним потоком та припливним за рахунок використання пластин з ущільненням, що забезпечує високу ефективність теплообміну та запобігає забрудненню повітря; висока механічна міцність та вічність пластин, що дозволяє використовувати рекуператори в промислових умовах. Недоліки: потреба в регулярній очистці пластин від забруднення та нальоту, що може відбуватися при низькій якості повітря; обмеження робочих температур та вологості повітря; відносно висока вартість у порівнянні з іншими типами рекуператорів; можливе обмерзання у зимовий період, що призводить до зменшення ККД.

Рекуператори із проміжним теплоносієм - це системи із двох теплообмінників. Один встановлюють у припливній, інший - у витяжній схемі вентиляції. Вони з'єднуються за допомогою трубопроводів. Це не зовсім побутовий тип, проте у великих будинках рекуператори із проміжними теплоносіями можуть використовуватись. Суть роботи в наступному: у холодну пору року повітря нагрівається за допомогою теплоносія. Він передається в припливний контур, нагріває свіже повітря та повертається у витяжну частину системи. Обмежень на відстані, на які може переміщуватись теплоносій, практично немає.

Переваги: витяжний та припливний потоки ніколи не перемішуються; дозволяють реалізувати принципи рекуперації для розділених і навіть віддалених один від одного припливних та витяжних установок; мають можливість регулювання температури: залежно від теплоносія та технології, можна налаштувати роботу системи та встановити бажану температуру повітря; теплоносієм виступає безпечна рідина - вода чи розчини гліколей; ними можуть бути доповнені існуючі системи вентиляції, які спочатку не передбачали рекуперацію тепла. Недоліки: потреба в водяному насосі та додаткових пристроях, які відповідають за правильність роботи даної системи; витрата електроенергії на роботу системи циркуляції води та тепловтрати теплоносія; мають складнішу конструкцію та високу вартість, на відміну від інших типів рекуператорів; вимагають використання додаткових матеріалів, що призводить до підвищення вартості виробництва та монтажу; вимагають обслуговування та очищення; в залежності від типу теплоносія можуть вимагати стабільного тиску, що може призвести до проблеми в експлуатації та при обслуговуванні системи; недоцільні для використання в малих приміщеннях; здатність лише до теплообміну.

Камерні рекуператори - це закритий короб, розділений усередині рухомою заслінкою, якою регулюється рух повітря. Витяжний потік проходить через половину камери і нагріває її, а припливний рухається по іншій, забираючи тепло. Обертання заслінки забезпечує циклічність процесу обміну теплом.

Переваги: забезпечує ефективну рекуперацію тепла при максимальному відновленні енергії; можливість регулювання температури вихідного повітря, що робить його більш гнучким для використання в різних умовах; низький рівень шуму при роботі, що робить його більш зручним для використання в житлових приміщеннях; менша кількість рухомих деталей, ніж у інших типів рекуператорів, тому його менше потрібно обслуговувати. Недоліки: великий розмір, що ускладнює установку в деяких приміщеннях; велика вага, що ускладнює монтаж і вимагає додаткових витрат на установку і підключення до системи вентиляції; висока ймовірність змішування потоків повітря через наявність рухомих елементів в конструкції, що призводить до потрапляння в припливне запахів витяжного повітря. Для скорочення підмішування система комплектується фільтром і повітря стає чистіше, але ефективність рекуператора падає.

Фреонові рекуператори. У таких рекуператорах реалізовано принцип роботи, що базується на двох фізичних явищах. Йдеться про зміну агрегатного стану різних за щільністю речовин та їх взаємодію. Найпростіший приклад – рідкий холодильний агент та повітря. Працюють таким чином: між потоками повітря розташовані спеціальні трубки кільцеподібного виду, в яких міститься рідина, що охолоджує (холодильний агент). Потік повітря, що виходить, повинен бути нижче, ніж потік припливного, взаємодіяти при цьому з нижньою частиною трубок. У них є рідкий холодильний агент. Він остуджує тепло витяжного потоку, закипає, піднімаючись у ділянку припливу. Там агент обмінюється теплом із повітрям, а в результаті конденсації повертається у нижні частини трубок.

Переваги: висока ефективність теплообміну, що дозволяє досягти великої економії енергії; фреон як теплоносіє має високу теплопровідність і низьку в'язкість, що дозволяє знизити опір теплопередачі і забезпечити більш точний контроль над температурою повітря; легкий монтаж і обслуговування, що знижує витрати на їх підтримання в робочому стані. Недоліки: використання фреону може призводити до шкідливого впливу на навколишнє середовище в разі витіку; висока вартість фреону; можуть створювати проблеми з викидами парникових газів.

Рекуператори із тепловими трубками за принципом роботи схожі на рекуператори із проміжним теплоносієм. Різниця лише в тому, що в потоки повітря поміщають теплові труби чи точніше термосифони. Трубчастий теплообмінник являє собою пучок мідних герметичних труб з алюмінієвим оребрінням заповнених холодоагентом, без рухомих частин. Теплообмін здійснюється завдяки випаровуванню холодоагенту в середовищі, що віддає теплоту, та конденсації холодоагенту в середовищі, що приймає теплоту. Труби розташовуються вертикально, оскільки принцип роботи залежить від сили тяжіння. Одна сторона трубки омивається потоком з високою температурою, інша сторона-потоком з більш низькою температурою. Хладагент, що сконденсувався в цій зоні, у вигляді рідини переміщується із зони конденсації в зону випаровування, де знову перетворюється на пару.

Переваги: мають високу теплову ефективність, що дозволяє їм економити значну кількість енергії; не вимагають спеціального обслуговування, що зменшує їх вартість експлуатації; мають довгий термін служби; повністю виключено взаємне змішування потоків, їх забруднення та передача запахів. Недоліки: вартість зазвичай вища, ніж у інших типів рекуператорів; монтаж може бути складним; можуть мати обмежену ефективність при дуже високій вологості або температурі.

Рекуператори дахові призначені для обробки великих об'ємів повітря. Принцип роботи дуже схожий на пластинчасті, проте розміри конструкції в кілька разів більші. Універсальна дахова припливно-витяжна установка з рекуператором чудово підходить для великих приватних будинків, котеджів, особняків, магазинів та інших великих площ. Особливості місця встановлення виключають шумовий фактор, що є особливо цінним у житлових районах.

Переваги: дають можливість зекономити простір в будинку; використання відновлювальної енергії вентиляційного потоку дозволяє ефективно використовувати тепло і зменшувати енергоспоживання; розташування дозволяє уникнути будівельних робіт у внутрішній частині будинку. Недоліки: висока вартість може стати перешкодою для їх встановлення; монтаж вимагає додаткових робіт, що підвищує складність встановлення та може збільшити час виконання; потребують регулярного технічного обслуговування для забезпечення ефективної роботи; зниження ефективності в холодних погодних умовах, коли температура повітря на вулиці сильно падає.

Висновки та напрямок подальших досліджень. У сучасних умовах зростання цін на енергоресурси та підвищення уваги до екологічних питань рекуператори можуть стати ключовим інструментом для забезпечення ефективного та екологічно чистого вентиляційного обладнання в будівлях. Їх використання дозволяє досягти наступних результатів: знизити витрати енергії, які йдуть на нагрівання; обрати генератор тепла мінімальної потужності; знизити влітку кількість енергії, що йде на охолодження; використати охолоджувальні установки меншої потужності, що, у свою чергу, дає зменшення вартості цих установок та витрат на їх експлуатацію; значно покращити якість повітря в приміщенні за рахунок збільшення витрати припливного повітря; з погляду санітарно-гігієнічних норм повністю забезпечує баланс тепла та холоду, вуглекислого газу та кисню у будинку.

Представлений у роботі матеріал систематизує існуючі типи рекуператорів та може бути корисним будівельникам, проектувальникам, інженерам та науковцям, які займаються проектуванням, виготовленням та встановленням вентиляційних систем у будинках. А велика кількість проведених аналізів і досліджень з тематики енергоефективності свідчить про те, що це питання все ще є проблемним.

Список літератури

1. Рекупераційні системи вентиляції / **О.В. Васильєва, А. М. Косік, А. Г. Плакшнін** та ін.; за заг. ред. В. І. Боровика. – К.: Видавничий дім «Проспект», - 2018. – 262 с.
2. **Кравченко Є. В., Голубков А. В.** Аналіз рекупераційних систем вентиляції в житлових будівлях // Енергетика та електрифікація. Київ, - 2015.-№ 1. С.- 64-67.
3. **Кравченко Є. В., Шубін В. О.** Рекупераційні системи вентиляції з повітряними теплообмінниками // Енергетика та електрифікація. Київ, - 2016.-№ 2.- С. 56-60.
4. **Скульський В. С., Вакалюк Ю. В., Дзюндзя М. І.** Теплообмінники рекупераційних систем вентиляції // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Львів, - 2008.

5. Amanowicz L., Ratajczak K., Dudkiewicz E. Recent Advancements in Ventilation Systems Used to Decrease Energy Consumption in Buildings- Literature Review. *Energies* 2023, 16, 853.
6. Fehrm M, Reiners W, Ungemach M. Exhaust air heat recovery in buildings. *International Journal of Refrigeration* 2002;(25):439–49.
7. Royuela-del-Val A., Padilla-Marcos M.Á. and etc. Air Infiltration Monitoring Using Thermography and Neural Networks. *Energy Build.* 2019, 191, 187–199.
8. Bhandari M., Hun D., Shrestha S., Pallin S., Lapsa M. A Simplified Methodology to Estimate Energy Savings in Commercial Buildings from Improvements in Airtightness. *Energies* 2018, 11, 3322.
9. Michalak P. Annual Energy Performance of an Air Handling Unit with a Cross-Flow Heat Exchanger. *Energies* 2021, 14, 1519.
10. Sakhri N., Menni Y., Ameer H. Experimental Investigation of the Performance of Earth-to-Air Heat Exchangers in Arid Environments. *J. Arid Environ.* 2020, 180, 104215.
11. Li J., Shao S., Wang Z., Xie G. and etc. Review of Air-to-Air Membrane Energy Recovery Technology for Building Ventilation. *Energy Build.* 2022, 265, 112097.
12. Liu P., Justo Alonso M., Mathisen H.M., Halfvardsson A. Development and Optimization of Highly Efficient Heat Recoveries for Low Carbon Residential Buildings. *Energy Build.* 2022, 268, 112236.
13. Tang Y., Ji J., Wang C., Xie H., Ke W. Performance Prediction of a Novel Double-Glazing PV Curtain Wall System Combined with an Air Handling Unit Using Exhaust Cooling and Heat Recovery Technology. *Energy Convers. Manag.* 2022, 265, 115774.
14. Gainza-Barrencia J., Odriozola-Maritorea M. and etc. Use of Sunspaces to Obtain Energy Savings by Preheating the Intake Air of the Ventilation System: Analysis of Its Main Characteristics in the Different Spanish Climate Zones. *J. Build. Eng.* 2022, 62, 105331.
15. Bai H.Y., Liu P., Justo Alonso, M., Mathisen H.M. A Review of Heat Recovery Technologies and Their Frost Control for Residential Building Ventilation in Cold Climate Regions. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2022, 162, 112417.
16. Liu S., Ma G., Xu S., Jia X., Wu G. Experimental Study of Ventilation System with Heat Recovery Integrated by Pump-Driven Loop Heat Pipe and Heat Pump. *J. Build. Eng.* 2022, 52, 104404.
17. Jia X.; Ma G.; Zhou F.; Liu S.; Wu G.; Sui Q. The Applicability and Energy Consumption of a Parallel-Loop Exhaust Air Heat Pump for Environment Control in Ultra-Low Energy Building. *Appl. Therm. Eng.* 2022, 210, 118292.

Рукопис подано до редакції 09.04.2023

УДК 621.311.214: 622.5

О.Ю. МИХАЙЛЕНКО, І.О. СІНЧУК, кандидати техн. наук, доценти,
К.В. БУДНІКОВ, д-р філософії, Г.В. КОЛОМІЦ, ст. викладач
Криворізький національний університет

ДО ПРОБЛЕМИ ДОЦІЛЬНОСТІ СТВОРЕННЯ НА БАЗІ ГОЛОВНИХ ВОДОВІДЛИВНИХ КОМПЛЕКСІВ ШАХТ ПІКОВИХ ГІДРОАКУМУЛЮЮЧИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Мета. Мета роботи полягає в аналізі доцільності створення на базі головних водовідливних комплексів шахт пікових гідроакумуючих електростанцій (ПГАЕС) шляхом визначення рівня виробництва електроенергії гідротурбінами для різних витрат води через неї, обчислення собівартості генерації та встановлення умов, коли використання ПГАЕС буде виправданим з економічної точки зору, залежно від тарифу на електроенергію, що встановлює оператор розподілу, та поточного рівня енергоспоживання електроприймачами шахти.

Методи дослідження. Для проведення даного дослідження були використані такі методи: аналіз, систематизація, узагальнення – з метою вивчення та узагальнення досвіду побудови гідроакумуючих електростанцій з використанням водозбірників головних водовідливних комплексів шахт; синтез – для розробки моделі системи розосередженої генерації з гідроакумуючими електростанціями; комп'ютерне моделювання для визначення чисельних значень економічних показників роботи промислової енергосистеми при впровадженні у її структуру гідроакумуючих електростанцій.

Наукова новизна. Розроблено систему розосередженої генерації електроенергії в структурі енергосистем шахт, що використовує елементи головного водовідливного комплексу для побудови локальних пікових гідроакумуючих електростанцій.

Практична значимість. Результати можуть бути використані для покращення енергоефективності роботи наявних систем електропостачання гірничорудних підприємств, що видобувають залізрудну сировину.

Результати. Виконано аналіз доцільності створення на базі головних водовідливних комплексів шахт пікових гідроакумуючих електростанцій. При цьому розглядалися три різні конфігурації ПГАЕС у складі водовідливу шахти «Криворізька» АТ «Кривбасзалізрудком»: зі встановленням однієї гідротурбіни на горизонті 500 м, двох гідротурбін на тому ж горизонті 500 м, а також встановлення чотирьох гідротурбін – окремо по дві на горизонтах 500 м і 940 м, відповідно. З точки зору вартості електроенергії найсприятливішими умовами для впровадження системи розподіленої генерації продемонстрував випадок зі встановленням однієї гідротурбіни на горизонті 500 метрів. У такому випадку вартість електроенергії перевищувала діючий тариф практично для всіх розглянутих умов