

УДК 338.45

О.М. ГОЛИШЕВ, д-р техн. наук, проф.,
А.О. ГОЛИШЕВ, Д.В. МИХАЛКІВ, старші викладачі,
Криворізький національний університет

ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДПРИЄМСТВ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ В УМОВАХ ДЕФЦИТУ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ

Розглянуто напрямки підвищення енергоефективності систем опалення, тепlopостачання, вентиляції в умовах виробничих процесів підприємств гірничо-металургійного комплексу – металургійних і машинобудівних підприємств, фабрик гірничо-збагачувальних комбінатів, сформульовано основні перспективні питання зменшення енерговитрат та розглянуто заходи з використання вторинних енергоресурсів що є побічним продуктом технологічних процесів на промислових підприємствах. Наведено практичні приклади ефективності використання вторинних енергоресурсів для тепlopостачання систем опалення, вентиляції та гарячого водopостачання основних виробничих та допоміжних будівель промислових підприємств, зокрема результати та досвід застосування пластинчастих рекуператорів у складі вентиляційних систем будівлі адміністративно-побутового комплексу гірничо-збагачувального комбінату з наведенням енергетичних показників систем до і після реконструкції, наведено теоретичні розрахунки перспектив зменшення енерговитрат за рахунок використання принципу рекуперації, в тому числі при використанні теплової енергії що є побічним продуктом при роботі компресорних установок. Розроблено рекомендовану послідовність заходів при обґрунтуванні та визначенні вибору напрямку дій щодо підвищення енергоефективності систем теплоспоживання і мікроклімату при забезпеченні нормованих параметрів робочої та обслуговуваної зони і для забезпечення технологічних процесів.

Ключові слова: енергоефективність, вторинні енергоресурси, теплоутилізація, рекуперация

Реалії сучасного стану ринку енергоресурсів - підвищення цін на природний газ, електроенергію - зробили оптимізацію споживання енергоносіїв найбільш потужним важелем для прийняття рішень на користь потреби негайного застосування заходів енергозбереження, результатом якого є зменшення собівартості продукції та витрат на підтримання мікроклімату промислових та цивільних будівель.

На сьогодні потенціал енергозбереження – насамперед зменшення витрат теплової енергії – є практично нереалізованим не тільки на об'єктах комунальної та житлової сфери, а й на більшості об'єктів промислового призначення. Так, практично всі підприємства мають джерела високотемпературних та нагрітих викидів і скидів, градирні отепленої води технологічних процесів, ця енергія скидається сьогодні в атмосферу та поверхневі води, в той же час – це найбільш потужне потенційне джерело вторинних енергоресурсів що може значно зменшити потребу підприємств в тепловій енергії. Використання вторинних енергоресурсів на даний час є реальною необхідністю, в тому числі згідно вимог [1-4].

Основними джерелами вторинних енергоресурсів на підприємствах гірничо-металургійного комплексу є:

технологічні та вентиляційні викиди попередньо очищеного повітря з високою температурою від промислових печей та теплових апаратів, аспіраційних установок, систем аерації.

скиди отепленої води, яка отримана при охолодженні технологічного обладнання (електросталеплавильні печі та ін.) для зниження її температури в градирнях з використанням в замкнутому циклі охолодження з постійним підживленням на різницю, що випаровується.

Головною перепорою на шляху використання насамперед вторинної теплової енергії промислових та вентиляційних викидів є розробка та впровадження у виробництво теплообмінних апаратів, що можуть забезпечити як високу ефективність теплоутилізації, так і достатньо високі експлуатаційні показники при використанні забрудненого повітря з твердими абразивними та газовими домішками, що при конденсації на поверхнях теплообміну та повітропроводах можуть утворювати корозійноактивну агресивну рідину. На даний час теплообмінні апарати з такими експлуатаційними показниками практично відсутні у виробництві і потребують розробки.

Враховуючи значний потенціал високотемпературних викидів та скидів, наведемо деякі розрахункові приклади ефективності застосування вторинних енергоресурсів.

Так, при використанні утилізації теплоти високотемпературних забруднених газів, що отримані внаслідок технологічних процесів обпалу сировини, від промислових сушарок, можна отримати близько 33,4 кВт (50,1 кВт) теплової енергії на кожну 1000 м³/год при розрахунковому зниженні температури викидів відповідно на 100 та 150 °С для забезпечення теплопостачання систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання підприємства.

При використанні опаленої води що використовується в процесі охолодження промислового обладнання можливо замість використання охолодження в градирнях застосувати енергоутилізатори з ефективністю до 52 кВт на кожну т/год витрати циркуляційної води для використання на потреби опалення та теплопостачання об'єкту при розрахунковому зниженні температури води на 45°С.

Для приміщень з високою теплонапругою та значною температурною стратифікацією за висотою приміщення для можливості забезпечення нормованих параметрів мікроклімату на робочих місцях можливо застосування спеціальних рішень з утилізацією теплоти видаляємого вентиляційного повітря.

Альтернативним рішенням, що підвищує ефективність споживання теплової енергії на промислових підприємствах, враховуючи особливості їх планування та розташування є застосування автономного теплопостачання, в т.ч. електричного, відокремлених чи розташованих на великій відстані від центральних котельних об'єктів виробничого та цивільного призначення, цей захід в порівнянні з централізованим при об'єктованому застосуванні зменшує споживання теплової енергії будівель на 30-70 % враховуючи тепловтрати на магістральних теплопроводах.

При виборі альтернативного джерела теплопостачання можливе об'єктоване застосування твердопаливних котелень на відновлювальних видах палива – деревина з високою швидкістю росту, що висаджується на невикористовуваних земельних площах підприємства, в такому разі підприємство повністю забезпечується паливом власного виробництва з одночасним використанням незадіяної площі та попередження ерозії ґрунту.

На сьогодні в умовах промислових підприємств також актуальним є впровадження заходів з підвищення ефективності використання теплової енергії на об'єктах адміністративно-побутової інфраструктури, зокрема на будівлях цих комплексів.

Адміністративно-побутові будівлі комплексів гірничо-збагачувальних комбінатів здебільшого виконані за типовими проектами та за на прикладі одного з таких проектів являють собою триповерхові будівлі з розташування на першому поверсі адміністративних приміщень та кабінетів ІТР, роздягальні та душових, медчастини, актового залу, вестибюлю; на другому та третьому поверхах розташовані роздягальні та душові. Будівлі зведено в 70-80рр. минулого століття у відповідності з нормативними документами того часу, тому заходів з енергозбереження в системах опалення та вентиляції не передбачено. Найбільшим споживачем теплової енергії в будівлі адміністративно-побутового комплексу є вентиляція.

Для прикладу наведено результати виконаного проекту з підвищення енергоефективності інженерних мереж будівлі адміністративно-побутового комплексу одного з гірничо-збагачувальних комбінатів Кривого Рогу. Розмір будівлі складає 18×84 м в осях.

Розрахунковий повітрообмін будівлі з наведеними вище розмірами та складом приміщень за існуючим проектом з прямою вентиляцією становить близько 54000 м³/год.

Розрахункова теплова потужність в умовах існуючих систем становить:

вентиляція -812 кВт;

опалення - 384 кВт.

За результатами виконання попередніх вимірювань температура повітря що видаляється витяжними системами з приміщень душових становить 34-36°С, відносна вологість близько 100 %.

При плановій реконструкції систем вентиляції за рахунок встановлення сучасних припливно-витяжних вентиляційних установок з пластинчастими рекуператорами - теплоутилізаторами, об'єктованості застосування яких було виконано авторами, необхідна теплова потужність на нагрів вентиляційного повітря фактично була зменшена до 254 кВт, що становить 31 % від попередньої встановленої теплової потужності. Фактично, тільки за рахунок використання вторинних енергоресурсів (теплоти видаленого повітря) енергоспоживання будівлі було зменшено загалом на 47 % порівняно з попередніми технічними показниками.

При цьому на рівні капітальних вкладень здоров'я задля встановлення енергоефективної системи вентиляції відбулося тільки за рахунок встановлення енергоутилізатора-рекуператора.

Одним з перспективних напрямків підвищення енергоефективності та зменшення використання палива для забезпечення потреб опалення, теплопостачання, гарячого водопостачання є використання теплоти яка утворюється внаслідок роботи механізмів, що безпосередньої забезпечують виконання робочих процесів на виробництві. Зокрема, на сьогодні основним з таких напрямків є використання теплової енергії, що виділяється при роботі компресорів, які виробляють стиснене повітря для виконання технологічних процесів та роботи обладнання. При використанні компресорів з олійним охолодженням або компресорів сухого стиснення температура охолоджуючої рідини або повітря складає близько $+78\div+83^{\circ}\text{C}$, за умови чого при встановленні в компресор спеціального проміжного пластинчастого теплообмінника можливо підготувати теплоносії (вода або повітря) з робочою температурою подачі близько $+55\div+60^{\circ}\text{C}$. Враховуючи практично постійний багатозмінний режим роботи компресорного обладнання на підприємствах за рахунок теплоутилізації таких вторинних енергоресурсів можливо зменшення теплоспоживання на 40-100 % за рахунок повного заміщення теплоти необхідної для систем опалення та теплопостачання вторинними тепловими ресурсами від роботи компресорного обладнання. При цьому можливо використовувати два типи теплоутилізаторів-рекуператорів в залежності від конструктивного виконання компресорів та особливостей приміщень або об'єктів-теплоспоживачів:

Використання пластинчастих теплообмінників типу «олія-вода». Застосовуються для компресорів олійним охолодженням при можливості встановлення зазначено типу рекуператору безпосередньо в корпус компресора - монтаж виконується в заводських умовах з наступним транспортуванням на об'єкт вже зібраного компресора з теплоутилізатором. Практика встановлення такого типу теплоутилізаторів на сьогодні впроваджена у виробництво провідних світових виробників і компресор може бути укомплектований рекуператором згідно рішення замовника.

Застосування повітряних теплоутилізаторів –рекуператорів. Використовується при необхідності встановлення саме системи повітряного опалення будівлі або при конструктивних складностях застосування першого варіанту, наприклад, можливість замерзання системи опалення та ін. Зазначений спосіб не є типовим, потребує в кожному випадку відповідного розрахунку і складання проекту з підвищення енергоефективності та узгодження з виробником обладнання.

При визначенні та виборі напрямку дій щодо підвищення енергоефективності систем теплоспоживання, мікроклімату та забезпечення нормованих параметрів технологічних процесів першочерговим є виконання робіт з поглибленого енергоаудиту на підприємствах та виконання дослідних робіт по виборі та обґрунтуванню ефективності проектних і конструкторських рішень з енергозбереження і підвищення енергоефективності для систем опалення, вентиляції, аспірації, тепло- та газопостачання при будівництві, реконструкції та технічному переоснащенні об'єктів за такими питаннями:

Проведення поглибленого енергоаудиту будівель з докладним аналізом функціонування систем опалення, вентиляції, кондиціонування, аспірації, тепло- та холодопостачання як найбільш енерговитратних статей енергетичного балансу.

Проведення аеродинамічних та теплотехнічних вимірів та досліджень з виконанням аналізу ефективності роботи систем аспірації, вентиляції, кондиціонування при їх паспортизації та у складі пуско-налагоджувальних робіт для виявлення перспективних напрямків з підвищення енергоефективності.

Розробка заходів з енергозбереження та підвищення енергоефективності систем опалення, вентиляції, кондиціонування, аспірації, тепло- та холодопостачання шляхом надання обґрунтування щодо застосування сучасних технічних засобів та заходів в інженерних мережах [5-9].

Розробка заходів з використання вторинних енергоресурсів в системах з високотемпературними і нагрітими промисловими викидами та скидами відповідно до параметрів і особливостей технологічного процесу для забезпечення теплопостачання систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання підприємства.

використання опаленої води що використовується в процесі охолодження промислового обладнання (плавильні печі та ін.) для потреб опалення та теплопостачання об'єкту;

використання теплоти високотемпературних і нагрітих запиленних технологічних і вентиляційних газів що отримані внаслідок технологічних процесів обпалу сировини, промислових сушарок тощо;

використання теплової енергій, що є побічним продуктом роботи компресорних установок стисненого повітря.

Обґрунтування вибору виду палива та теплогенераторів при проектуванні автономного теплопостачання окремих об'єктів виробничого та цивільного призначення при відсутності чи відмові від централізованого теплопостачання.

Висновки. Відповідно до наведеного можна зробити висновок, що на даний час підприємства гірничо-металургійного комплексу України мають велику потребу та значний потенціал зменшення споживання теплової енергій за рахунок використання теплоти джерел високотемпературних та нагрітих викидів і скидів, що практично не використовується через відсутність ефективних технологій та теплообмінних апаратів, які можуть забезпечити високу ефективність теплоутилізації та достатні експлуатаційні показники. Крім того, при визначенні та виборі напрямку дій щодо підвищення енергоефективності систем теплоспоживання, мікроклімату та забезпечення нормованих параметрів технологічних процесів обов'язковим є виконання робіт з поглибленого енергоаудиту та виконання науково-дослідних робіт з вибору та обґрунтування ефективності проектних і конструкторських рішень за напрямком «Енергозбереження і підвищення енергоефективності» для систем опалення, вентиляції, аспірації, тепло- та газопостачання при будівництві, реконструкції та технічному переоснащенні об'єктів.

Список літератури

1. Закон України «Про енергозбереження» №74/94-ВР, 1994.
2. Енергетична стратегія України на період до 2030 року (Розпорядження Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006 р. N 145-р)
3. ДБН В 2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – К.: Мінрегіонбуд України, - 2013 - 141 с.
4. ДСТУ 2804-94 Енергобаланс промислового підприємства. Загальні положення. Терміни та визначення.
5. **Богуславский Л.Д., Ливчак В.И.** Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха. М.: Стройиздат, 1990.624с
6. **Кудинов А.А., Антонов В.А., Алексеев Ю.Н.** Энергосбережение в газифицированных котельных установках путем глубокого охлаждения продуктов сгорания // Теплоэнергетика. 2000. № 1. С. 59-61.
7. **Нимич Г.В., Михайлов В.Н.** Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха. Учеб.пособие, К.: 2003. - 630 с.
8. **Кудинов А.А.** Тепло- и массообмен в конденсационных теплоутилизаторах поверхностного типа // Энергосбережение. Ульяновск: Изд-во «Пресса», 1999. Выпуск № 2. С 67-70.
9. **Богуславский А.Д.** Снижение расхода энергии при работе систем отопления и вентиляции. - 5-е изд. М. : Стройиздат, 1985.-336 с.

Рукопис подано до редакції 22.03.16

УДК 621.874

С.І. САХНО, Л.О. ЯНОВА, О.В. ПИЩИКОВА, кандидати техн. наук, доц.
Криворізький національний університет.

ОСОБЛИВОСТІ БЕЗАВАРІЙНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ СУЧАСНИХ МОСТОВИХ КРАНІВ

Розглянуто вплив механічних характеристик сучасних високоміцних сталей і методів розрахунку із застосуванням САПР на надійність металевих конструкцій мостових кранів. Однією з основних причин аварій кранових конструкцій є крихке руйнування. Повторно-змінні навантаження створюють можливість появи прихованих тріщин втомного характеру, які потім призводять до крихкого руйнування. Імовірність крихкого руйнування в значній мірі залежить від матеріалу, що застосовується при створенні кранової конструкції і методів розрахунку, що застосовуються при проектуванні даних конструкцій. У сучасній практиці для виготовлення кранів прийнято застосовувати високоміцні сталі. Сучасні технології дозволяють отримати сталі з межею плинності до 1100МПа. Застосування сучасних високоміцних сталей дозволяє досягти суттєвого економічного та екологічного ефекту. Але при всіх позитивних якостях високоміцні сталі більш схильні до утворення тріщин при роботі в умовах повторно-змінних наван-