

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Сложное экономическое положение, в котором сейчас находится угольная промышленность Донбасса, обусловлено рядом объективных факторов, связанных с общим состоянием экономики и энергетической стратегии, ориентированной на преобладающее использование газообразного и жидкого топлива. Многие страны мира уже признали уголь стратегическим топливом из-за его огромных запасов и уже сейчас ведут активные работы по повышению эффективности его добычи и использования. Нерентабельность большинства шахт, связанная с высокой себестоимостью добычи угля, большие непроизводительные затраты и сложная экологическая ситуация в регионах, где находятся угольные предприятия, — вот основные проблемы угледобывающих предприятий.

Довольно большая часть непроизводительных затрат любого предприятия — теплообеспечение своих объектов. Старое котельное оборудование изнашивается, вследствие чего ряд предприятий ощущает большой недостаток тепловой энергии. При работе такого оборудования в зимних условиях весь объем воздуха, который подается в шахту, не подогревается до необходимой температуры, возникают аварийные остановки вентиляторов главного проветривания, которые приводят к простоям шахты, потерям добычи угля. Для реконструкции существующей котельной и приобретения необходимого котельного оборудования нет достаточных финансовых средств. При этом получение тепловой энергии традиционным образом (сжиганием твердого топлива) наносит непоправимый ущерб окружающей среде и создает неблагоприятную экологическую обстановку (атмосфера загрязняется пылью, оксидами серы и азота, оксидом углерода, тяжелыми металлами, а также парниковыми газами).

Поэтому использование нетрадиционных источников энергии в этой области является очень перспективным направлением в энергосбережении. Угольная промышленность характеризуется наличием возобновляемых источников энергии, к которым относятся: теплота шахтных вод, вентиляционных выбросов, хозяйственно-бытовых стоков и породных отвалов. Кроме того, значительный энергетический потенциал имеет метан, который содержится в отработанном шахтном воздухе.

В последние годы, когда проводится реструктуризация угольной промышленности, закрываются нерентабельные шахты, остро встает вопрос обеспечения теплом объектов социальной инфраструктуры. Утилизация вторичных энергоносителей, которые будут образовываться и после закрытия шахт, и использование их для теплообеспечения поселков или маленьких городов будет экологически чистой и безопасной альтернативой традиционным источникам [1–3].

Предприятиями отрасли ежегодно сбрасывается в открытые водоёмы около 2,4 млрд м³ шахтных вод, из которых около 50 % являются нейтральными, и температура по некоторым доходит до 25 °С. С этими водами в окружающую среду сбрасывается более 50 млн ГДж низкопотенциальной теплоты, которая может при благоприятных условиях утилизироваться. Отвод подземных вод для предотвращения затопления шахт при добыче угля является обычной практикой. Так, большинство угледобывающих предприятий (шахт) ежегодно откачивают на поверхность и сбрасывают в естественные водоёмы от 400 до 7000 тыс. м³ шахтной воды с температурой от 10 до 16 °С.

Каждую минуту каждая шахтная вентиляционная установка выбрасывает в атмосферу от 3 до 18 тыс. м³ воздуха температурой 15–25 °С. Исходящая вентиляционная струя содержит заметное количество избыточной по отношению к окружающей среде тепловой энергии. Для большой шахты Донбасса такой потенциал оценивается значением 9·10⁴ МВт·час/год. Эта энергия безвозвратно теряется при выбросе шахтной вентиляционной струи в атмосферу.

Свыше 60 % всего количества шахтного метана угольных шахт Донбасса выбрасывается в атмосферу с вентиляционными выбросами и на сегодняшний день почти не используется из-за низкого содержания метана (0,2–0,7 %), что исключает возможность сжигания метаносодержащих выбросов автотермическими методами. При современных объемах выбросов по Донбассу в воздух поступает приблизительно 402 млн м³ метана в составе дегазационных (концентрация 15–20 %) и 2512 млн м³ — вентиляционных (концентрация 0,1–0,7 %) выбросов, что соответствует прямым потерям приблизительно 3,2 млн т условного топлива.

При получении сжатого воздуха на шахтных компрессорных станциях значительное количество энергии превращается в теплоту, которая отводится охлаждающей оборотной водой в атмосферу.

Учитывая огромный энергетический потенциал вторичных энергоносителей угольных шахт и практически полное отсутствие его использования, внедрение на угольных предприятиях эффективных технологий использования этих энергоносителей даст дополнительный толчок развития угольной промышленности Донбасса [1, 4, 5].

Перспективным направлением повышения эффективности и конкурентоспособности является создание энергосберегающего и экологически чистого теплоснабжения на базе тепловых насосных установок (ТН-Установок) для утилизации низкопотенциальной теплоты на шахтах, поскольку они отличаются экологической чистотой, легкостью регулирования и способностью работать в оборотных режимах («нагрев — охлаждение» и «охлаждение — нагрев») [1]. Их целесообразно применять в целях использования теплоты сточных вод и вентиляционных выбросов, а также при подогревании воздуха, который поступает в шахту. В зимнее время можно реализовать проект по применению низкопотенциальной теплоты шахтного водозабора (например, из артезианской буровой скважины) или при откачивании воды из зумпфа главного ствола.

Известно, что в последние годы энергетические, экономические и экологические проблемы в мире подтолкнули к широкому использованию тепловых насосов (ТН) в системах теплоснабжения городов в западных странах [2]. Несколько последовательно соединенных испарителей и конденсаторов ТН-установок позволяют нагревать воду теплофикации городских тепловых сетей (или сетей шахты) от 30–40 °С до 80 °С. Таким образом, применение ТН-установок, которые используют низкопотенциальную теплоту сточных вод шахты для централизованного теплоснабжения, — это прогрессивная энергетически эффективная и безвредная для окружающей среды технология. В связи с этим, в целях уменьшения количества угля, который сжигается в котельных, можно создать технологический комплекс утилизации тепловых вторичных энергоресурсов предприятия с помощью теплонасосных установок, которые позволяют преобразовывать низкопотенциальную энергию сточных вод в высокопотенциальную, пригодную для теплоснабжения.

Работа оборотной ТН-системы в летний период не требует капиталовложений. Без учета приведенных функциональных возможностей предусмотрена наиболее эффективная работа ТН-установок в режиме воздушного отопления при утилизации тепловой энергии исходящей струи воздуха. Затраты энергии на нагрев воздуха для отопления зданий и сооружений шахты в зависимости от температурного уровня источника низкопотенциальной теплоты могут быть в 3–6 раз ниже, чем при прямом нагреве в котельных.

Современные воздушные ТН, которые используют атмосферный воздух как источник низкопотенциальной теплоты, в режиме нагрева достигают эффективности уже при внешних температурах не ниже 5–8 °С, типичных для выбросов систем вентиляции. Эксплуатация ТН-установок позволяет создать технические основы комплексных энергосберегающих систем круглогодичного кондиционирования и отопления подземных и наземных построек горного предприятия с сезонным накоплением избыточной тепловой энергии в подземных аккумуляторах летом и последующим её использованием для теплоснабжения на протяжении отопительного сезона [3].

Еще один вариант отопления возможен при утилизации теплоты шахтной воды, которая откачивается из зумпфа главного ствола. Чтобы поддержать необходимую тепловую мощность испарителя установки, размещенного на поверхности в специальном теплопункте, требуется достаточная затрата шахтной воды при температуре 4–6 °С. Теплопункт является теплонаносной установкой, которая состоит из испарителя, компрессора с электродвигателем, конденсатора и дроссельного вентиля.

Испаритель включен в контур циркуляции шахтной воды с насосами главной водоотливной установки, конденсатор — в контур циркуляции системы отопления насосами. Таким образом, предложенный метод теплоснабжения от источника шахтной воды свидетельствует о довольно высокой экономической эффективности практического использования, которое особенно актуально для шахтерских поселков. В целях снижения капитальных затрат и повышения эксплуатационной надежности целесообразно внедрять на шахтах ТН-установки, которые могут превращать низкопотенциальную теплоту окружающей среды и передавать ее потребителю на более высоком температурном уровне.

Низкопотенциальная тепловая энергия сточных вод, вентиляционных выбросов шахт, артезианской (грунтовой) воды, и даже горных пород и атмосферного воздуха — неисчерпаемый источник для отопления. Причем с помощью тепловых насосов эту энергию используют очень эффективно. Тепловой насос всегда выдает энергии потребителю больше, чем сам потребляет для своего привода. Например, чтобы получить 100 кВт мощности на выходе ТН-установки, необходимо в среднем израсходовать 30 кВт электрической мощности.

При использовании тепловых насосов отсутствуют выбросы в окружающую среду в виде золы, пыли, дыма и гари, а это значительно улучшает экологическую обстановку, что особенно актуально для угледобывающих регионов. Учитывая постоянно возрастающие цены на традиционные энергоносители и экологический фактор, можно утверждать, что в недалеком будущем нетрадиционные источники энергии будут более востребованными [1, 2, 5, 6].

Эмиссия низкокалорийных метаносодержащих газов имеет большой энергетический потенциал. Например, при дебите метановоздушной смеси 100 м³/с с объемной долей метана 0,5 % можно получить почти 18 МВт тепловой мощности. На сегодня этот потенциал не реализован, поскольку до сих пор еще не используются технологии, способные предложить удовлетворительное экономическое решение по переработке низкокалорийных метаносодержащих газов (с объемной концентрацией метана ниже 1,0 %). Технология каталитического реверс-поточного реактора (КРПР), которая разработана «Нечурал Рисорсиз Кенада» [3], является вариантом экономичной переработки больших потоков эмиссии промышленного воздуха с низкой объемной концентрацией метана (0,1–1,0 %). Практическая осуществимость достигается за счет способности КРПР окислять метан низких концентраций, получая при этом до 90 % тепла от теоретически возможного в виде горячего воздуха [3, 4], который в дальнейшем может использоваться для получения водяного пара, подаваемого на вход турбогенератора шахтного энергокомплекса с паротурбинной когенерацией.

Технологический комплекс утилизации тепловых вторичных энергоресурсов с помощью теплонаносных установок, которые позволяют трансформировать низкопотенциальную энергию сточных, оборотных вод и вентиляционных выбросов в высокопотенциальную, пригодную для теплоснабжения, и использование метана, который содержится в вентиляционной струе, исходящей из шахт, позволит повысить экологическую безопасность энергообеспечения угледобывающих предприятий и снизить выбросы вредных веществ в атмосферу.

Список источников

1. Теплонаносная утилизация низкопотенциальной теплоты на шахтах / В. И. Бондаренко, Н. М. Табаченко, Р. Е. Дычковский, В. С. Фальштынский // Уголь Украины. 2009. № 6. С. 15–18.
2. Фиалко Н. М., Зимин Л. Б. Оценка эффективности применения тепловых насосов в условиях метрополитенов и угольных шахт // Промышленная теплотехника. 2006. Т. 28. № 2. С. 111–119.
3. Булат А. Ф., Чемерис И. Ф. Научно-технические основы создания шахтных когенерационных энергетических комплексов. К. : Наукова думка, 2006. 176 с.
4. Кононенко М. О., Колесник В. В., Орлик В. М. Обезвреживание и утилизация энергии выбросов шахт // Уголь Украины. 1997. № 12. С. 25–26.
5. Рыбин А. А., Закиров Д. Г. Применение тепловых насосов в целях утилизации теплоты оборотной воды и охраны окружающей среды // Уголь. 1988. № 6. С. 19–21.
6. Драганов Б. Х., Мищенко А. В. К вопросу о тепловых насосах // Промышленная теплотехника. 2006. Т. 28. № 2. С. 94–98.