УДК 620.9

В.К. ДРОБЫШЕВ, магистрант гр. ИЭ-М-21 (СибГИУ)
В.А. РОМАНОВА, магистрант гр. ИЭ-М-21 (СибГИУ)
Научный руководитель Е.С. КУЗНЕЦОВА, к.т.н., доцент (СибГИУ)
г. Новокузнецк

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА БАЗЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.

Обеспечение энергетической безопасности является одним из главных приоритетов практически для любого национального правительства и многих международных организаций. Для России это отражено в "Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года" [1].

Кузбасс занимает 1 место по добыче угля в Сибирском ФО и в России, его удельный вес составляет 60 % в России и 70 % в Сибирском ФО. И развитие топливно-энергетического комплекса (ТЭК) в Кемеровской области – основная составляющая экономики, обеспечивающая жизнедеятельность всех отраслей хозяйства, а также формирования значительной части бюджетных доходов.

Общие геологические запасы угля Кузнецкого бассейна до глубины 1800 метров оцениваются в 733,4 млрд. т, из них 724,3 млрд. т отвечают параметрам по мощности пластов и зольности угля, принятым кондициями для месторождений, вовлекаемых в промышленное освоение. Запасы метана в угольных пластах оцениваются в 13 трлн. куб. м [1-2].

В угольной промышленности региона занято более 140 тыс. человек. Добычей угля занимаются более 50 шахт и 44 разреза, его обогащением –27 обогатительных фабрик и установок. Угольная промышленность и электроэнергетика вместе образуют основную часть валового регионального продукта (ВРП) – около 50 %. А на долю угольной промышленности Кемеровской области приходится более 30 % промышленного производства [3]. Это позволяет говорить, что угольная отрасль в Кузбассе является бюджетообразующей, благодаря ей функционируют и развиваются другие, зависящие от неё отрасли.

Топливно-энергетический комплекс имеет большое районообразующее значение. Создание новых индустриальных парков на инфраструктуре строек новых энергогенерирующих мощностей. Наращивание потребления угля в регионе в энергетике за счет строительства новых генерирующих мощностей. По расчетам администрации области в регионе за счет частных

инвестиций могут быть введены дополнительные генерирующие мощности на 6130 МВт. В этом случае совокупный прирост генерирующих мощностей только по Кемеровской области за вычетом выбывающих мощностей может составить 8032 МВт, что существенным образом повысит использование угля в финишных переделах. Однако сделать это можно лишь при гарантиях потребления вырабатываемой электроэнергии [4].

Наиболее эффективным способом использования дополнительно получаемой электроэнергии является создание при строящихся тепловых электростанциях (ТЭС) и энергоблоках индустриальных парков, предусматривающих размещение в них энергоемких производств. При этом регион получает инфраструктурно подготовленные площадки для размещения новых производств, экономию развертывания последних за счет использования инфраструктур строек, возможность изменить структуру экономики.

Стоить отметить, что основу ТЭС составляет паросиловая установка (ПСУ) — это комплекс энергетического оборудования, в котором в качестве рабочего тела используется водяной пар. Базовым циклом работы ПСУ является цикл Ренкина [6,7], который был создан еще 150 лет назад и в значительной степени остается неизменным, несмотря на его модификации, определенные условиями термодинамики. В нашем исследовании рассматривается тепловая работа ПСУ с использованием низкопотенциальной энергии, за счет введения новых технологий в конструкцию паросиловой установки.

Цель исследования: использование низкопотенциальной энергии с дальнейшим снижением потребляемых водных и топливных ресурсов на тепловых электростанциях при повышении энергоэффективности их работы в условиях угольной промышленности.

Анализ практических данных работы ПСУ имеет следующую структуру распределения тепла (табл. 1):

Таблица 1

Вид	Количество, %
полезное тепло	32-35
потери в котлоагрегатах	8-12
потери на турбине	1-2
потери при конденсации	50-55

Поэтому основой эффективного использования выделенной при сжигании топлива энергии является работа конденсатора, которому нужно уделить особое внимание.

Внедрение теплового насоса в систему паросиловой установки является многообещающим решением в использовании низкопотенциальной энергии, эффект от которого приведет не только к увеличению КПД всей станции, но и к снижению потребляемого топлива, которому на сегодняшний день уделяется особое внимание, в связи с его огромным потреблением и истощаемостью. Тепловая схема паротурбинной установки с тепловым насосом представлена на рис. 1.

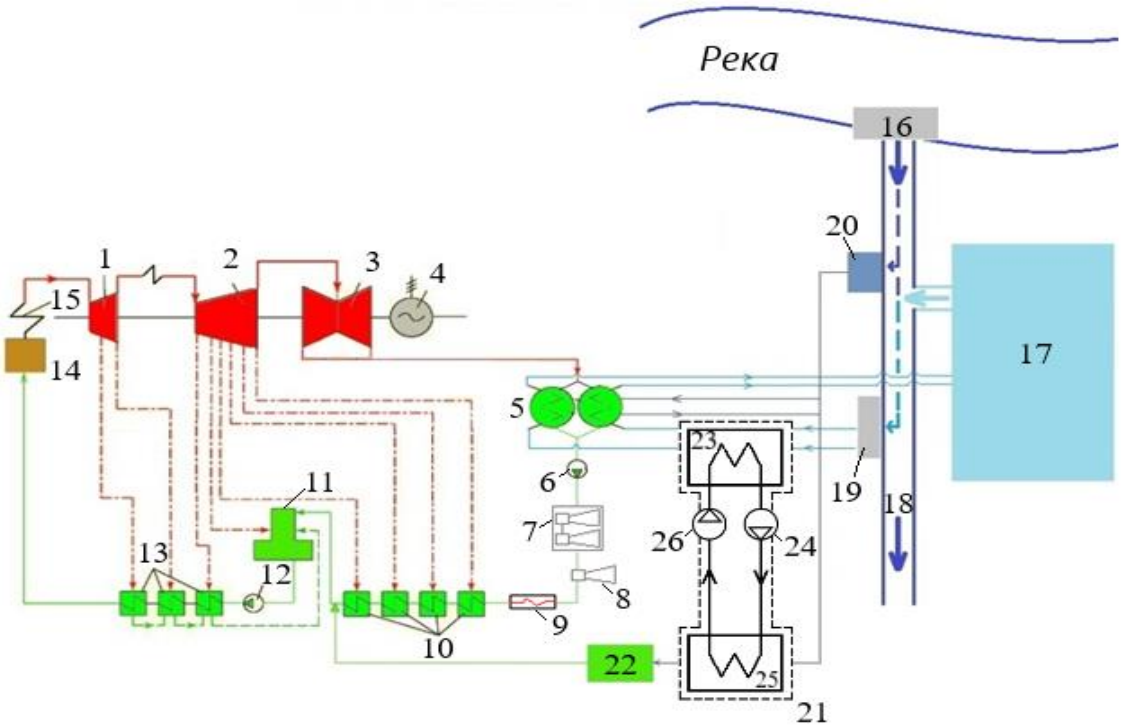

Рис. 1. Тепловая схема паротурбинной установки с тепловым насосом

Установка работает следующим образом, в турбину паросиловой установки подается пар, который проходя последовательно через цилиндр высокого давления 1, среднего давления 2 и низкого давления 3 отдает свою энергию, которая используется для электрогенератора 4. После этого пар проходит в конденсатор 5, где поддерживается пониженное давление (вакуум), что позволяет обеспечивать заданную температуру насыщения, около 28 ℃, необходимую для превращения пара в конденсат. При этом температура охлаждающей воды должна быть 20 – 22 ℃. Далее конденсат идет через систему устройств - конденсатный насос 6, паровые эжекторы 7, хозяйственный эжектор 8, подогреватель сальниковый 9, подогреватели низкого давления 10. Затем конденсат поступает в деаэратор 11, для удаления растворенных газов, питательным электронасосом 12, перекачивается через

элементы подогревателей высокого давления 13 и после подается в котел 14 с пароперегревателем 15.

Для создания системы охлаждения, отработанного пара устанавливается береговая насосная станция 16, пруд-охладитель 17, холодный канал 18, насосные станции 19 и 20. В летнее время данная компоновка не позволяет достичь заданного температурного режима, в результате чего предлагается установить тепловой насос 21.

На подводящей линии охлаждающей воды конденсатора 5 устанавливается испаритель 23 теплового насоса 21, доводящий температуру охлаждающей воды до уровня 20-22°С, за счет отбора тепла от воды при испарении хладогента. После сжатия в компрессоре 24 теплового насоса 21 рабочий агент повышает свою температуру до 160-180°С и подается в конденсатор-теплообменник 25, где при конденсации отдает тепло воде, идущей в цех химводоподготовки 22, подогревая воду до режимной температуры, которая ранее достигалась за счет продувочной воды котлов и отбора пара из турбины. В тепловом насосе 21 рабочее тело (хладон) после конденсации в конденсаторе-теплообменнике 25 проходит через дроссельный клапан 26, затем в испаритель 23 и цикл теплового насоса 21 повторяется.

Для расчетов возьмем тепловой насос Вода-вода Screw MWH 360CA имеющего следующие характеристики:

- Мощность охлаждения составляет: 1 266 кВт = 1 088 Мкал/ч
- Мощность нагрева составляет: 1 328 кВт = 1 142 Мкал/ч

Согласно информации о количестве необходимой теплоты для подогрева воды в химводоподготовке в данный момент составляет 1 075 Мкал/ч, тогда для покрытия данных условий понадобится:

$$x = \frac{1\,075}{1\,142} = 0{,}94 \qquad (1)$$

Для полного восполнения теплоты понадобится 2 насоса.

Положительным эффектом при использовании теплового насоса является то, что достигается проектный температурный уровень охлаждающей воды, это означает, что термический КПД вырастет, и каждая единица затраченной энергии будет давать больший выход продукции.

Вывод. Масштабное применение тепловых насосов на промышленных предприятиях – то, на что должны быть нацелены развивающиеся страны. С внедрением теплового насоса могут быть стабилизированы следующие показатели: экологические, экономические, ресурсные. В том числе с внедрением теплового насоса появятся следующие положительные эффекты: отпадет нужда в закупке воды из реки, уменьшится количество потребляемого топлива, уменьшатся выбросы вредных веществ, увеличится

энергоэффективность ТЭС. Применение тепловых насосов на промышленных предприятиях означает увеличение КПД и снижение потребляемых водных и топливных ресурсов, что в конечном счете выходит не только в колоссальное снижение расходов предприятий на закупку энергоресурсов, так и на снижение выбросов вредных веществ, что в конечном итоге также снизит штрафы для индустриальных парков, базирующихся на инфраструктуре строек новых электростанций.

Список литературы:

1. Россия в цифрах. 2003: Краткий статистический сборник / Редколлегия: В.Л. Соколин (пред.) и др. – М.: Госкомстат, 2003. – 398 с.

2. Официальный сайт Администрации Кемеровской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ako.ru (дата обращения: 21.10.2015).

3. Центр стратегических разработок «Северо-Запад». Стратегия социально-экономического развития Кемеровской области на долгосрочную перспективу. – СПб., 2007. – 190 с.

4. Официальный сайт ОАО «Кузбассразрезуголь» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.kru.ru (дата обращения: 21.10.2015)

5. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2007: статистический сборник / Росстат. – М., 2007, – 991 с.

6. Кирилин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. – М.: Энергия, 1974. – 447 с.

7. Семенов, Ю. П, Левин А.Б. Теплотехника. – М.: НИЦ ИНФРА–М, 2015. – 400 с.

Информация об авторах:

Дробышев Владислав Константинович, магистрант гр. ИЭ-М-21, СибГИУ, 654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, зд. 42, drobyshev_v.k@mail.ru

Романова Виктория Александров, магистрант гр. ИЭ-М-21, СибГИУ, 654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, зд. 42, bokkvika2908@gmail.com

Кузнецова Елена Степановна к.т.н. наук, доцент, СибГИУ, 654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, зд. 42, kuzlena00@yandex.ru