

Рис. 1. График. Экономический эффект после внедрения теплообменной установки.

Как видно из расчетов по данным таблицы, экономия средств после внедрения установки начинается уже со второго года эксплуатации, и она составляет порядка 200 тысяч рублей. С третьего года эксплуатации теплообменной установки начинается максимально возможная экономия средств, которая превышает 500 тысяч рублей в год. Как было ранее замечено, расчеты производились только по одному объекту одной компании, а таких объектов, по известным данным, с аналогичными проблемами насчитывается порядка 10. Если учитывать данный фактор, то годовая экономия средств компании увеличивается в 10 раз и составляет более 5 миллионов рублей. Стоит также упомянуть об упущенной экономии за все то время, которое работает имеющийся объект в компании. Поэтому следует максимально эффективно и рационально использовать имеющиеся запасы энергии планеты, а не впустую их растрчивать, поскольку речь идет не только об экономии средств, а также об экономии природных источников энергии, которые в своем роде являются невозобновимыми.

Литература

1. СанПиН 2.1.4.2496-09. «Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. Изменение к СанПиН 2.1.4.1074-01».
2. СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРГАНОВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА

С.А. Шевырёв, Т.Р. Валиуллин, К.Ю. Вершинина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Повышение энергетической эффективности традиционных промышленных энергоустановок, работающих на твердом топливе, является одной из приоритетных задач во многих странах. Особенно это актуально для стран, в которых генерация электрической энергии осуществляется в основном при сжигании твердого топлива (Китай, Индия, Германия и др.). При этом одним из наиболее значимых факторов, ограничивающих интенсивное развитие промышленных энергоустановок, являются проблемы экологической безопасности их работы. В этом случае обычно рассматривают проблемы связанные с выбросами твердых отходов в виде золы и шлака [3], а также выбросы дымовых газов в виде CO_2 , NO_x , SO_x и других веществ.

Сейчас практически не рассматриваются вопросы теплового загрязнения окружающей среды, образующегося при выбросе в атмосферу горячих дымовых газов, температура которых в основном составляет 140-160°C в зависимости от эффективности сжигания различного топлива [2] и конструктивных особенностей котлов. В настоящее время это считается наиболее очевидным и неизбежным условием работы тепловых энергоустановок, работающих на твердом топливе, так как это позволяет минимизировать образование различных кислот из компонентов дымового газа, в частности серной и азотной, и таким образом продлить срок службы основного оборудования (дымовой трубы, газопроводов, дымососов и др.).

Однако с точки зрения эффективности работы тепловой энергоустановки для повышения общего КПД электростанции необходимо понижать температуру дымовых газов, выбрасываемых в атмосферу. При этом необходимо прорабатывать вопросы эффективной переработки компонентов дымового газа в дополнительные продукты, востребованные в других отраслях промышленности.

В решении вопроса повышения термодинамической эффективности традиционных тепловых энергоустановок

в качестве одного из возможных подходов можно рассматривать переход на более эффективные способы утилизации теплоты уходящих дымовых газов, так как они обеспечивают наибольшие теплотери при работе котельного агрегата и его тепловом балансе. Наиболее простым методом утилизации теплоты уходящих дымовых газов является установка дополнительных поверхностей теплообмена с понижением их температуры (газов) для обеспечения стабильного процесса фазового перехода при конденсации водяных паров. Это позволит получить значительное количество дополнительной тепловой энергии, которая может быть использована для собственных нужд. Вместе с этим необходимо будет решить основную проблему такого технического решения – образования разбавленных кислот – серной и азотной (в основном). При этом стоит рассмотреть возможность использования данного способа для различного топлива, в частности водоугольного и перспективного органоводоугольного. Доказано практически и теоретически, что применение водоугольного и органоводоугольного топлив позволяет существенно снизить выбросы вредных газов относительно использования традиционного пылеугольного топлива.

В результате такого предлагаемого технического решения представляется возможным рассмотреть процесс фазового перехода водяных паров (конденсация) в дымовом газе с утилизацией теплоты и одновременной переработкой кислых газов, путем обработки их, например, щелочными растворами или другими способами. Конденсат водяного пара после очистки необходимо использовать для создания водоугольного топлива, реализуя замкнутый водооборотный цикл.

В качестве перспективных компонентов водоугольного и органоводоугольного топлив стоит рассмотреть различные промышленные отходы. К ним в частности можно отнести фильтр-кеки [1], представляющие собой высокозольные (A^d обычно больше 30%) и влажные флотопродукты, полученные после обогащения каменных углей, а также различные отработанные органические жидкости нефтяного происхождения – отработанные моторные масла, трансформаторные, турбинные и другие.

Рассмотрим в качестве одного из перспективных компонентов суспензионного топлива фильтр-кек, полученный после обогащения каменного угля марки К. Характеристики фильтр-кека представлены в таблице.

Таблица

Технический анализ фильтр-кека

Образец	W^{ar} , %	A^d , %	V^{daf} , %	$Q_{s,v}^a$ ккал/кг
Фильтр кек каменного угля марки К	43.5	26.46	23.08	5930

Тепловая эффективность энергетической станции, основным топливом для которой является водоугольное или органоводоугольное топливо, состоит из КПД трех ее составляющих: котельного агрегата, турбоустановки и трубопроводов, соединяющих котел и турбоустановку. Наибольшие потери наблюдаются в котельном агрегате и турбоустановке. В процессе фазового перехода водяных паров дымового газа рассмотрим котельный агрегат. Наибольшие потери в котельном агрегате относительно его теплового баланса наблюдаются при потерях теплоты, связанной с высокой температурой уходящих дымовых газов:

$$Q_2 = \frac{(i_{fg} - \alpha_{fg} \cdot i_a) \cdot (100 - Q_4)}{Q_r'} \quad (1)$$

где i_{fg} – энтальпия уходящих дымовых газов, Дж/кг; α_{fg} – общий коэффициент избытка воздуха в топке (избыток воздуха для сжигания топлива и присосы через неплотности), Дж/кг; i_a – удельная энтальпия теоретически необходимого воздуха при температуре, с которой он поступает в котельный агрегат, Дж/кг; Q_4 – потери теплоты от механического недожога топлива; Q_r' – располагаемая теплота, включающая в основном низшую теплоту сгорания используемого топлива, Дж/кг.

Как видно из формулы (1), при сокращении разности энтальпий между уходящими дымовыми газами и воздухом, используемым для горения исходного топлива, потери теплоты с уходящими дымовыми газами могут быть уменьшены. Например, считая теплоемкость дымового газа постоянной в диапазоне 100-150°C и степень выгорания частицы водоугольного топлива более 95% можно получить существенное снижение теплотер с уходящими дымовыми газами.

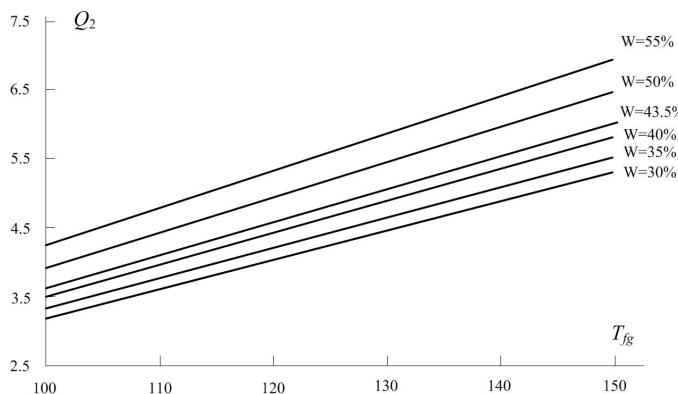


Рис. 1. Теоретические потери Q_2 на примере фильтр-кека марки К в зависимости от температуры газа T_{fg} и влагосодержания топлива W .

Если принять во внимание дальнейшее снижение температуры уходящих газов примерно до 30-40°C (ограничены движущей силой теплопередачи в теплообменном оборудовании), то можно отметить наличие гораздо большего количества неиспользуемой теплоты, содержащееся в водяном паре. Массовая доля воды в водоугольном топливе в среднем составляет 35-50% от массы топлива (смотри таблицу).

При температуре дымовых газов больше 150°C потери теплоты с уходящими дымовыми газами, пропорционально увеличению энтальпии, возрастают.

Низшая теплота сгорания ВУТ (таблица) составляет $Q_{i} = 11.5$ МДж/кг. Таким образом, при утилизации теплоты имеющихся водяных паров можно получить примерно до 13.5% от низшей теплоты сгорания в данных условиях. При повышении начальной влажности исходного топлива эти значения существенно возрастают и могут достигать 20% при влажности топлива в рабочем состоянии 55%. Представленные результаты показывают, что термодинамическая эффективность использования водоугольного и органоугольного топлива может быть существенно улучшена.

Исследования выполнены за счет средств гранта Российского Научного Фонда (проект № 15-19-10003).

Литература

1. Glushkov D.O., Lyrshchikov S.Yu., Shevyrev S.A., Strizhak P.A. Burning Properties of Slurry Based on Coal and Oil Processing Waste // Energy & Fuels. – 2016. – Vol. 30, № 4. – P. 3441–3450.
2. Wang C., He B., Yan L., Pei X., Chen S. Thermodynamic analysis of a low-pressure economizer based waste heat recovery system for a coal-fired power plant // Energy. – 2014. – Vol. 65. – P. 80–90.
3. Wang Y., Shao Y., Matovic M.D., Whalen J.K. Recycling combustion ash for sustainable cement production: A critical review with data-mining and time-series predictive models // Construction and Building Materials. – 2016. – Vol. 123. – P. 673–689.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ НАЗАРОВСКОЙ ГРЭС

В.В. Ярмонов, Н.М. Космынина

Научный руководитель доцент Н. М. Космынина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

Основными источниками электроэнергии нефтегазодобывающих предприятий являются распределительные сети электроэнергетических компаний, а так же автономные электростанции собственных нужд (ЭСН).

Нефтяная промышленность входит в стратегическое перспективное направление нефтегазового комплекса развития добывающей промышленности Красноярского края. Электроснабжение месторождений осуществляется от Единой энергосистемы России. В Красноярской области существенную роль для поддержания баланса энергосистемы осуществляет Назаровская ГРЭС [1].

Назаровская ГРЭС находится на пересечении магистральных электрических сетей. Через территорию станции проходит линия электропередачи 500 кВ, передающая электроэнергию в Красноярск и города края – Ачинск, Ужур, Лесосибирск, а также в соседние регионы – Кузбасс, Республику Хакасия и Республику Тыва. Кроме того, станция обеспечивает теплом промышленные и сельскохозяйственные предприятия, предприятия социальной сферы и жилые дома города Назарово. Станция работает главным образом в конденсационном режиме, вырабатывая преимущественно электроэнергию. На рис. 1. представлена структурная схема Назаровской ГРЭС.

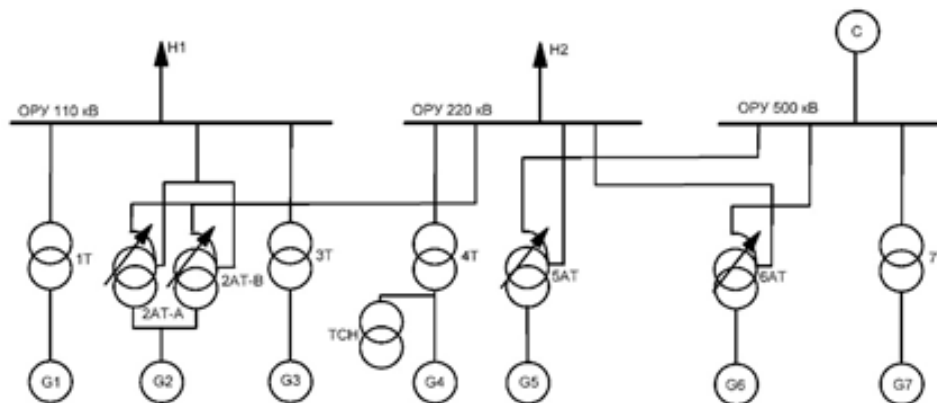


Рис.1. Структурная схема Назаровской ГРЭС