

УДК 662.931.004

Р.С.Афанасьев (6 курс, каф. РиПГС), К.А.Григорьев (докторант, каф. РиПГС),  
В.Е.Скудицкий, к.т.н., ген. дир. (ООО «Компания "НТВ-энерго"»), А.А.Тринченко, к.т.н., доц.

## ПЕРЕВОД КОТЛА ТП-35у НА СЖИГАНИЕ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА

Вопросы охраны окружающей среды от газообразных выбросов ТЭС и загрязнения промышленными отходами приобретают в последнее время все большую актуальность. Особенно перспективным является решение задачи эффективного использования вторичных ресурсов (отходов основного производства) с целью получения тепловой и электрической энергии, а так же ликвидации отвалов и свалок промышленных предприятий.

Основным продуктом производства ОАО "Лобвинский биохимический завод (БХЗ)" является гидролизный спирт, для выработки которого используется древесина, электроэнергия и промышленный пар. Пар и часть необходимой электроэнергии вырабатывает заводская ТЭС, при этом используется природный газ, на который в последние годы введены лимиты. Отходом производства является гидролизный лигнин, который вывозится в отвал и практически не используется. В котельном цехе ТЭС ОАО "Лобвинский БХЗ" установлены паровые котлы ТП-35у (номинальная паропроизводительность  $D = 35$  т/ч; давление перегретого пара  $p_{\text{пн}} = 4$  МПа; температура  $t_{\text{пн}} = 440$  °С). Котлы изготовлены на Белгородском котельном заводе в 60-е годы и рассчитаны для работы на буром угле марки Б2. В 70-е годы котлы работали на мазуте, а с конца 80-х годов – на природном газе. Цель данной работы – разработка предложений (с технико-экономическим обоснованием) по переводу котла ТП-35у с природного газа на гидролизный лигнин.

Обследование и анализ работы оборудования ТЭС ОАО "Лобвинский БХЗ" показали, что котлы имеют низкий КПД брутто (89...91 %) и полностью выработали свой расчетный и парковый ресурсы. Сравнение характеристик гидролизного лигнина ОАО "Лобвинский БХЗ" с данными по другим предприятиям отрасли показало, что теплотехнические характеристики лигнина (элементарный состав и теплота сгорания на сухую массу) на разных предприятиях отличаются между собой незначительно. Гидролизный лигнин является высокореакционным топливом  $V^{\text{daf}} = 60...70$  %, отличается низкой зольностью  $A^{\text{d}} = 0,7...3$  % (которая может возрастать до 10 % и более, если лигнин хранился в отвале). Повышенная влажность лигнина  $W_t^r = 60...70$  % предопределяет его низкую теплоту сгорания  $Q_i^r = 6,3...7$  МДж/кг.

Главная проблема при сжигании гидролизного лигнина – неустойчивое, либо вовсе невозможное воспламенение влажного топлива. Однако опыт низкотемпературного вихревого (НТВ) сжигания высоковлажных топлив показывает, что применение НТВ технологии сжигания резко повышает устойчивость воспламенения благодаря организации многократной циркуляции топливных частиц в зоне активного горения.

При разработке технических предложений по модернизации котла ТП-35у ТЭС ОАО "Лобвинский БХЗ" использован опыт НТВ-сжигания гидролизного лигнина, а также опыт совершенствования НТВ-технологии и модернизации котельных установок при НТВ-сжигании других высоковлажных топлив [1,2], накопленный на кафедре РиПГС; выбраны наиболее эффективные технические решения по аэродинамической схеме и конструкции топки, конструкции горелочно-сопловых устройств, отработанные и проверенные в практике НТВ-сжигания низкосортных высоковлажных топлив в последние годы.

Учитывая гранулометрический состав сырого топлива, НТВ-сжигание гидролизного лигнина предлагается организовать по схеме прямой подачи топлива в топку. Новая топка и

газоходы котла (рис. 1) выполняются в газоплотном исполнении. Стены топки закрывают испарительные мембранные панели, а газоходов – пароперегревательные. Для создания необходимой аэродинамики в топке формируются два выступа: на фронтальной стене и на задней стене перед выходом из топки. На нижней наклонной образующей фронтального выступа вмонтированы наклоненные вниз горелки, через которые топливовоздушная смесь и вторичный воздух вдуваются в топку. Топка оснащается системой сопловых вводов воздуха третичного и нижнего дутья, конструкции которых запатентованы [3,4].

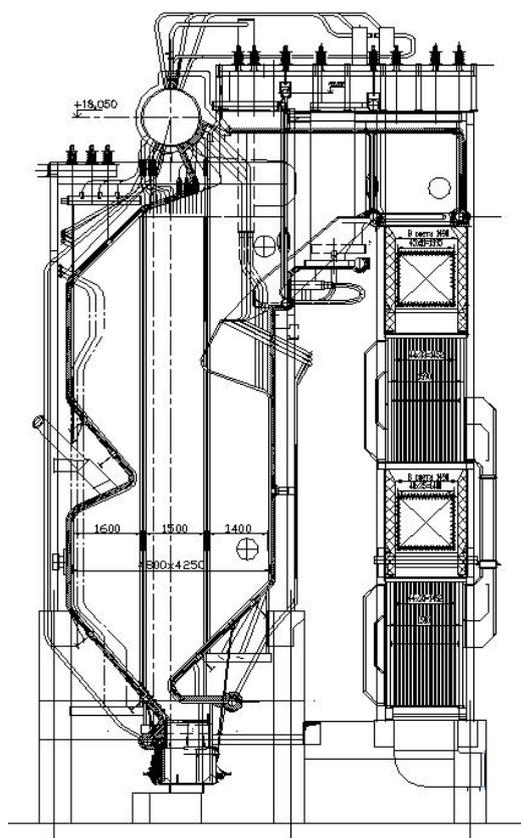


Рис. 1. Общий вид котла ТП-35у с НТВ-топкой для сжигания гидролизного лигнина

концентрация твердых частиц в уходящих газах на уровне нормативов ( $150 \text{ мг/м}^3$ ).

Инвестиционный анализ экономической эффективности данного проекта произведен на основе компьютерной модели "МАСТЕР ПРОЕКТОВ: Предварительная оценка" (разработка Консультационной группы "Воронов и Максимов", СПб). Финансовые показатели проекта оценены по вариантам (рассмотрено 8 вариантов, отличающихся объемами реконструкции) при инвестировании собственных средств предприятия и заемных средств (кредит). В результате определены необходимые объемы инвестиций для реализации проекта "под ключ" (по вариантам). Дисконтированные сроки окупаемости составили 1,5...2,9 лет в случае инвестирования собственных средств (ставка 8 %) и 2,6...7,5 лет в случае кредита (ставка 20 %).

**Выводы.** Эффективный перевод котла ТП-35у с природного газа на сжигание гидролизного лигнина возможен путем реконструкции котельной установки, которая заключается в замене всех выработавших ресурс поверхностей нагрева на новые, в современном конструктивном исполнении и организации низкотемпературного вихревого процесса горения топлива. Переход на сжигание гидролизного лигнина позволит: резко снизить затраты на остродефицитное газовое топливо, расходы на вывоз и захоронение лигнина в отвале и связанные с этим природоохранные платежи, расходы на приобретение

Расчетные оценки показали, что для гарантий стабильного воспламенения гидролизного лигнина повышенной влажности необходимо предусмотреть возможность работы с подсветкой факела природным газом (до 20 % по теплу).

Гарантированный диапазон регулирования с сохранением расчетных параметров пара составляет  $D = (0,7...1,0)D_{\text{ном}}$ , а рабочей нагрузки –  $D = (0,5...1,0)D_{\text{ном}}$ . Ожидаемый КПД (брутто) котла равен 89,0 %. Кроме того, проработан вариант повышения паропроизводительности котла до 45 т/ч без изменения габаритов котельной ячейки.

Аэродинамические расчеты показали, что после реконструкции потребуется замена существующего дымососа Д-18 на более мощный (по напору) дымосос ДН-21.

Выбросы вредных веществ после реконструкции не превысят нормативных значений [5], и составят: оксидов азота не более  $212 \text{ мг/м}^3$  при нормированном значении  $300 \text{ мг/м}^3$ ; оксидов серы не более  $1540 \text{ мг/м}^3$  при нормированном значении  $2000 \text{ мг/м}^3$ . Для улавливания твердых частиц необходимо устройство золоочистки с КПД, равным 97,5 %. При этом будет обеспечена

электроэнергии на собственные нужды. Срок окупаемости наиболее оптимальных вариантов реализации проекта составит не более трех лет.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Рундыгин Ю.А., Григорьев К.А., Скудицкий В.Е. Межвуз. сб. науч. тр. Проблемы экономии топливно-энергетических ресурсов на промпредприятиях и ТЭС / СПб ГТУ РП.- СПб., 2001. С. 131-145.
2. Рундыгин Ю.А., Григорьев К.А., Скудицкий В.Е. Энергомашиностроение.- СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2004.- С. 128-135.- (Тр. СПбГПУ; № 491)
3. Патент 2253799 России. Вихревая топка / К.А. Григорьев и др. 2005, Бюл. № 16.
4. Патент 2253801 России. Вихревая топка / К.А. Григорьев и др. 2005, Бюл. № 16.
5. ГОСТ Р 50831-95. Установки котельные. Тепломеханическое оборудование.