

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОРФА ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ В ТОПКАХ КОТЕЛЬНОЙ ТБЗ**

<sup>1</sup> Горфин О.С., <sup>1</sup> Калябина М.В., <sup>2</sup> Михайлов А.В.

<sup>1</sup> Тверской государственный технический университет, г. Тверь

<sup>2</sup> Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»  
г. Санкт-Петербург

*В статье рассмотрены способы использования фрезерного топливного торфа повышенной влажности в топках ТБЗ. На основании расчётов определена стоимость различных способов решения проблемы сжигания в топках котельных влажного торфа: путем «подсветки» торфа мазутом; использования теплоты первого корпуса сушилки Пеко, переведённого на обогрев паром для подсушки топливного торфа; сжигания влажного торфа совместно с брикетами.*

Энергоресурсосбережение – один из важнейших стратегических ориентиров долгосрочной государственной политики Российской Федерации. В энергетической стратегии России предусмотрено, что до 2020 г. реально реализовать снижение удельной энергоёмкости за счет использования технологического энергосбережения до 35 %.

На ТБЗ фрезерный торф является основным технологическим сырьем и энергетическим топливом. Для повышения эффективности воспламенения и стабилизации процесса горения торфа в котельных обычно используют мазут (в объеме 10–20 % от расхода торфа). Совместное сжигание торфа и, обладающего более высокой реакционной способностью мазута, ухудшает эколого-экономические показатели котлов: на 10–15 % повышается механический недожог топлива и на 2–5% снижается КПД-брутто, возрастает скорость высокотемпературной коррозии экранных поверхностей, снижается надежность эксплуатации котельного оборудования, на 30–40 % увеличивается выход оксидов азота и серы (за счет более высокого содержания серы в мазуте), появляются выбросы канцерогенной пятиокиси ванадия.

Поэтому актуальна замена мазута кондиционным торфом, цена которого значительно ниже жидкого топлива – мазута.

Известные методы снижения расхода мазута при сжигании низкосортных топлив: реконструкция горелочных устройств, раздельное и смешанное сжигание топлива и подсветочного мазута, высокий подогрев воздуха и пылевоздушной смеси и др. – не решают проблему сокращения расхода жидкого топлива, особенно на стадии растопки котлоагрегата.

В сезоны с неблагоприятными погодными условиями нет возможности заготовить топливный торф кондиционной влажности для котельной завода. Задача – обеспечить номинальную производительность котла при сжигании фрезерного торфа без подсветки факела

Известны несколько способов использования на ТБЗ топливного торфа повышенной влажности.

Поступление в котельную торфяного топлива ухудшенного качества с резкими колебаниями характеристик создает значительные трудности в работе котлов. При этом снижается экономичность котельной установки и устойчивость процессов сжигания.

Указанные технологические проблемы, а также высокие цены на мазут приводят к необходимости сокращения его потребления, и обеспечение максимально возможного использование торфяного топлива.

Эта задача решается путем модернизации технологии.

Для решения этой проблемы на ТБЗ «Тоотси» (Эстония) один канал двухштемпельного брикетного пресса развёрнут в бункерную сырьё и брикеты вместе с топливным торфом направляются в котельную завода [1].

Известны способы использования для подсушки топливного торфа теплоты корпуса II-B либо установкой дополнительно шахтной мельницы [2] или непосредственно в корпусе II-B, направляя технологический торф минуя корпус II-B в корпус II-A.

Рассмотрим возможности использования топливного торфа повышенной влажности с экономической точки зрения.

1. Использование мазута для «подсветки» топливного торфа повышенной влажности.

Определим нормативный расход мазута при сжигании торфа повышенной влажности. Котел ДКВр-10-13-250КШ. Номинальная паропроизводительность котла  $D_{ном} = 10$  т/ч. Котел работает в течение суток 24 ч с нагрузкой  $D_k = 10$  т/ч пара.

Расчетное топливо: фрезерный торф  $Q_{н\text{факт}}^p = 8,5$  МДж/кг;  $w^p = 50$  %;  $A^p = 5,5$  %. Расчетный расход торфа при  $D_{ном}$   $B_{расч}^k = 3555$  кг/ч.

Фактическое топливо: фрезерный торф  $Q_{н\text{факт}}^p = 6,75$  МДж/кг,  $w^p = 56$  %,  $A^p = 6,3$  %.

Расчет расхода мазута и торфа за 1 ч при нагрузке котла  $D_{ном} = 10$  т/ч и  $Q_{н\text{факт}}^p = 6,75$  МДж/кг.

Коэффициент перерасчета топлива [3] при  $D_k/D_{ном}=10/10=1$  (котел работает при полной нагрузке) и  $Q_{н\text{факт}}^p/Q_{н\text{расч}}^p = 6,75/8,5=0,8$  в фактический составляет  $K=1,28$ .

Тогда расход условного топлива за 1 ч составит

$$B_{усл}^{10} = \frac{B_{расч}^k \cdot K^{10} \cdot Q_{н\text{факт}}^p}{7000} = \frac{3,555 \cdot 1,28 \cdot 6,75}{29,3} = 1,05 \text{ т/ч.}$$

Расход топливного мазута [3] при  $D_k/D_{ном}=10/10=1$  и влажности

фактического торфа  $w^p = 56\%$  при  $X^m = 14\%$

$$B_{\text{усл}}^H = \frac{1,05 \cdot 14}{100} = 0,147 \text{ т/ч.}$$

Расход условного торфа составит

$$B_{\text{усл}}^H = 1,05 - 0,147 = 0,903 \text{ т/ч.}$$

Расход условного мазута за 1 сутки

$$B_{\text{усл}}^M = B_{\text{усл}}^H \cdot 24 = 0,147 \cdot 24 = 3,528 \text{ т/ч.}$$

В натуральном исчислении

$$B_{\text{натур}}^H = \frac{B_{\text{усл}}^H \cdot 29,3}{39,9} = \frac{3,528 \cdot 29,3}{39,9} = 2,59 \text{ т/ч.}$$

Расход условного торфа за 1 сутки

$$B_{\text{усл}}^T = B_{\text{усл}}^H \cdot 24 = 0,903 \cdot 24 = 21,672 \text{ т.}$$

или в натуральном исчислении при  $Q_{\text{натур}}^p = 6,75$  Мдж/кг.

$$B_{\text{натур}}^T = \frac{B_{\text{усл}}^T \cdot 29,3}{6,75} = \frac{21,672 \cdot 29,3}{6,75} = 94,07 \text{ т.}$$

Суммарный расход условного топлива за 1 сутки

$$B_{\text{усл}} = B_{\text{усл}}^H + B_{\text{усл}}^T = 3,528 + 21,672 = 25,2 \text{ т.}$$

При цене топочного мазута М-100,2.0-S-2,5 производства Кириши-нефтеоргсинтез на станции отгрузки равной – 13 400 руб./т по состоянию на 30.09.2013 [4] без учета транспортных затрат на его доставку до котельной затраты на сжигание мазута в сутки составят

$$C^M = 2,59 \cdot 13,4 = 34,706 \text{ тыс. руб.}$$

При цене топливного фрезерного торфа производства ООО «ЕРТ» равной на станции отгрузки – 910 руб./т по состоянию на 30.09.2013 [5] без учета транспортных затрат на его доставку до котельной затраты на сжигание некондиционного торфа в сутки составят

$$C^T = B_{\text{натур}}^T \cdot 0,91 = 94,07 \cdot 0,91 = 85,6 \text{ тыс. руб.}$$

В итоге суточные затраты на топливо при сжигании некондиционного торфа и подсвечивании торфяного факела мазутом составят

$$C = 34,706 + 85,6 = 120,31 \text{ тыс. руб.}$$

Стоимость кондиционного торфяного топлива влажностью  $w=50\%$  при стоимости 910 руб./т и расходе 3,555 кг/ч составит за сутки

$$C_{\text{конд}} = 3,555 \times 24 \times 1,0 = 77,64 \text{ тыс. руб.}$$

Таким образом, сжигание в котельной торфяного топлива влажностью 56% с «подсветкой» торфяного факела мазутом обходится в  $120,31/77,64=1,55$  раза дороже, по сравнению с использованием кондиционного торфа влажностью 50%. При этом следует отметить, что в расчёте не учтены затраты на доставку и хранение мазута на ТБЗ, особенно в зимнее время года.

На завод поступает топливный торф влажностью 56%. По вариантам 2 и 3 появляются дополнительные затраты. Определим, в каком случае они ниже.

2. Корпус II-B исключается из технологии производства брикетов. Технологический торф для брикетирования подаётся минуя корпус II-B непосредственно в корпус II-A. Теплота корпуса II-B используется для подсушки топливного торфа.

Для торфа влажностью 50% низшая теплота сгорания топлива составляет 8,5 МДж/кг. Для торфа влажностью 56% низшая теплота сгорания - 6,75 МДж/кг. Теплота сгорания брикетов (влажность 16%) - 9,365 МДж/кг.

Производительность ТБЗ при работе по проектной технологии  $w_1=50\%$ ; (Завод «Тоотси» – выпуск продукции 120 000 т/год.),

$$G_{2(50\%)} = 120000 / 7200 = 16,67 \text{ т/ч,}$$

где – 7200 нормативное число рабочих часов в год.

Производительность завода по исходному сырью

$$G_{1(50\%)} = G_{2(50\%)} \frac{(100 - w_2)}{(100 - w_1)} = 16,67(100 - 16) / (100 - 50) = 28 \text{ т/ч}$$

Потери торфа в отделениях завода условно не учитываются. Производительность сушильной установки по испаренной влаге

$$W_{(50\%)} = G_{1(50\%)} - G_{2(50\%)} = 28,0 - 16,67 = 11,33 \text{ т/ч.}$$

Сырье – торф влажностью  $w_2=56\%$ . В сезоны с неблагоприятными погодными условиями для обеспечения плановой производительности завода равной 16,67 т/ч подача торфа в сушилку должна быть увеличена

$$G_{1(56\%)} = 16,67(100-16) / (100-56) = 31,8 \text{ т/ч.}$$

Тогда производительность сушилки по испаренной влаге

$$W_{(56\%)} = G_{1(56\%)} - G_{2(56\%)} = 31,8 - 16,67 = 15,13 \text{ т/ч.}$$

В связи с тем, что корпус II-B исключён из технологического цикла

производства брикетов, производительность сушильной установки по испаренной влаге соответственно уменьшится

$$W_{(20\%)}^{PI} = 15,13 - 0,89 = 14,24 \text{ т/ч},$$

где  $-0,89$  т/ч – производительность корпуса II-B по испаренной влаге при работе корпуса по «разомкнутой» схеме [6].

Выпуск брикетов при работе сушильной установки без корпуса II-B будет равен

$$G_{2(56\%)} = W_{(20\%)}^{PI} (100 - w_1) / (w_1 - w_2) = 14,24(100 - 56) / (56 - 16) = 15,66 \text{ т/ч}.$$

Снижение производительности завода по выпуску брикетов по сравнению с планом составит  $16,67 - 15,66 = 1,01$  т/ч.

Упущенная выгода за сутки равна

$$C_{\text{упущ}} = 1,01 \cdot 2,4 \cdot 24 = 58,176 \text{ тыс. руб.},$$

где  $2,4$  тыс. руб – стоимость брикетов [7].

3. По способу завода «Тоотси». При влажности торфа  $56\%$  на завод должно поступать  $31,8$  т/ч сырья. Расход топливного торфа  $G_{\text{топл.т}}$  составляет  $25\%$  от производительности одной очереди с учётом того, что пар используется, кроме сушилки для выработки электрической энергии, отопления завода и посёлка и других нужд.

Расход топливного торфа

$$G_{\text{топл.т}} = (31,8/2) \cdot 0,25 = 3,72 \text{ т/ч}.$$

Учитывая теплоту сгорания торфа влажностью  $56\%$  вместо  $50\%$  дефицит теплоты составит

$$Q_{\text{деф}} = (Q_{(50\%)} - Q_{(56\%)} ) \cdot G_{\text{топл.т}} = (8,5 - 6,75) \cdot 3720 = 6510 \text{ МДж/ч}.$$

Для восполнения дефицита теплоты требуется сжигать брикетов

$$G_{\text{брик}} = Q_{\text{деф}} / Q_{(16\%)} = 6510 / 9,365 = 695 \text{ кг/ч}.$$

На такую производительность требуется отрегулировать канал пресса, с которого брикеты поступают в бункерную сырьё.

Таким образом, для получения в необходимом количестве пара в топках котельной требуется сжигать  $3720$  кг торфа влажностью  $56\%$  и  $695$  кг брикета влажностью  $16\%$ .

Стоимость топлива

$$C_{\text{топл}} = 3720 \cdot 0,91 + 695 \cdot 2,4 = 3385,2 + 1668 = 5053,2 \text{ руб./ч}.$$

В сутки  $C_{\text{топл.сут.}} = 5053,2 \cdot 24 = 121,28$  тыс. руб.

При использовании для подсушки топливного торфа повышенной

влажности корпуса П-В по сравнению со способом завода «Тоотси» суточная выгода составит 121,28-58,176=63,1 тыс. руб.

Для окончательного вывода о наиболее рациональном варианте способа подсушки топливного торфа повышенной влажности следует произвести подробную калькуляцию затрат по рассмотренным способам.

#### Литература

1. Горфин О.С., Михайлов А.В. Машины и оборудование по переработке торфа. Учебное пособие. Ч.1. Производство торфяных брикетов. Тверь: Тверской государственный технический университет, 2013. 250 с.
2. Горфин О.С., Михайлов А.В. Способы подсушки топливного торфа повышенной влажности на торфобрикетных заводах // Вестник Тверского государственного технического ун-та, Вып. 1(23), Тверь, 2013. С. 32 - 35.
3. РД 34.10.502. Нормы расхода мазута или газа при сжигании торфа и сланцев на тепловых электростанциях Минэнерго СССР. (НП 34-00-83-85). Министерство энергетики и электрификации СССР. 1985. 7 с.
4. Мазут. Прайс-лист. URL: [http://www.riccom.ru/sale\\_market\\_r\\_np\\_16.htm](http://www.riccom.ru/sale_market_r_np_16.htm) (дата обращения: 30.09.2013).
5. ООО «ЕРТ». Торф фрезерный топливный. URL:<http://ert.rosfirm.ru/torf-frezernyj-toplivnyj-pc348343874.htm> (дата обращения: 30.09.2013).
6. Наумович В.М. Искусственная сушка торфа. - М.: Недра, 1984. 222 с.
7. ОАО «Ронгинское торфобрикетное предприятие». Торфобрикет навалом по безналичному расчету. URL:<http://torfobriket.biz/price.html> (дата обращения: 30.09.2013).

УДК 696.697:58.012.011.56

## К ВОПРОСУ ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА

**Маркова Т.А., Демин В.К., Чибисова П.**

*Тульский государственный университет*

*Разработанная система позволяет изучить все процессы, протекающие в котельном агрегате, проследить взаимосвязи между отдельными контурами регулирования, выявить влияние малейшего изменения в одном контуре на всю систему в целом при неизменных остальных параметрах.*

Тепловая энергетика и отопление сегодня по праву занимают одно из первых мест по уровню автоматизированности. Все современные котельные установки и тепловые пункты в обязательном порядке оснащаются самым широким спектром устройств автоматического управления, которые позволяют создать гибкую, надежную и абсолютно безопасную систему горячего водоснабжения и отопления. И действительно, сегодня очень трудно представить себе котельную без установленного в ней целого комплекса автоматики, ведь теплоэнергетические установки характеризуются тем, что все происходящие в них процессы протекают непрерывно. При этом выработка тепловой энергии, всегда должна строго соответство-