

Е.А. Савцов

СПОСОБЫ СЖИГАНИЯ ТОРФА ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ В ТОПКАХ КОТЕЛЬНОЙ ТБЗ

Главным недостатком фрезерного способа добычи торфа является его зависимость от погодных условий. В сезоны с неблагоприятной погодой не удается заготовить и добыть торф влажностью 50%. На торфобрикетных заводах сушка торфа осуществляется за счет теплоты, получаемой в результате сжигания торфа в топках котельной завода, но при влажности более 50% торф в топках котельной не горит. Рассмотрена проблема сжигания топливного торфа повышенной влажности в топках котельной на торфобрикетных заводах. Приведены и рассмотрены основные способы решения данной проблемы. Одним из основных, известных способов является «осветление» топлива впрыском в объем топки через форсунки дополнительного количества мазута. Повышается эффективность воспламенения и стабилизируется процесс горения торфа. Известен способ, когда один канал двухтемперельного брикетного прессы развернут в бункерную сырьевую, и готовые торфобрикетки вместе с топливным торфом поступают в котельную завода. Также известен способ с подсушкой топливного торфа, теплотой корпуса II-V и установкой дополнительно шахтной мельницы. Предложена идея подсушки топливного фрезерного торфа путем использования теплоты первого сушильного корпуса, сушильной установки ПЕКО, переведенного на обогрев паром. Для проверки возможности подсушки топливного торфа по предложенному способу, с использованием теплоты первого корпуса, переведенного на «разомкнутый» цикл работы, выполнен теплотехнический расчет на основании данных производственных испытаний сушильной установки Пеко, работающей в таком режиме.

Ключевые слова: топливный торф, торф повышенной влажности, подсушка, сжигание, торфобрикетный завод, фрезерный торф, сушильная установка, технологическая линия.

Основным технологическим сырьем и энергетическим топливом на торфобрикетном заводе является фрезерный торф.

Искусственная сушка торфа на торфобрикетных (ТБЗ) заводах, осуществляется за счет использования теплоты сжигаемого в котельной завода торфа. При содержании влаги более 55%, торф не горит в топках котельной. Такая же проблема существует на ТЭЦ и предприятиях, использующих в качестве

топлива фрезерный торф. Причина этому – зависимость фрезерного добычи торфа от сезонности и погодных условий.

При обеспечении поставок на тепловые электростанции торфа с гарантированной влажностью Н.Н. Самсоновым была предложена идея добычи торфа повышенной влажности (60%) и выполнения предварительной сушки на заводе искусственной сушки торфа (ИСТ), поставки на ТЭЦ торфа с гарантированной влажностью 45%. Был построен завод ИСТ, анализ работы которого подтвердил экономическую целесообразность такого варианта решения проблемы. Но по ряду причин дальнейшие разработки по заводу были приостановлены [4].

Позднее во ВНИИТП (Всесоюзный научно-исследовательский институт торфяной промышленности) вернулись к этой идее, была разработана технология добычи топливного торфа по схеме, предложенной Н.Н. Самсоновым [5].

Предложенный вариант подсушки на отдельном заводе ИСТ продуктивный только тогда, когда топливное сырье используется на ТЭЦ, т.е. при большом расходе топливного торфа, а для торфобрикетных заводов (ТБЗ) при сравнительно малом расходе топливного торфа строительство дополнительного завода ИСТ не имеет смысла.

Известно несколько способов сжигания фрезерного торфа повышенной влажности в котельной ТБЗ.

Одним из основных известных способов является «осветление» топлива впрыском в объем топки через форсунки дополнительного количества мазута. В настоящее время при переходе страны на рыночные отношения цена мазута продолжает неуклонно расти, при этом ощущается острый дефицит этого вида топлива. В связи с этим данный способ для многих предприятий оказался неприемлемым.

Стоит заметить, что при совместном сжигании торфа и обладающего более высокой реакционной способностью мазута ухудшает эколого-экономические показатели котлов на 10–15%, повышается механический недожег топлива, увеличивается скорость высокотемпературной коррозии экранных поверхностей и уменьшается надежность эксплуатации котельного оборудования [7].

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

В Эстонии на ТБЗ «Тоотси» решили эту проблему более радикально. На этом заводе имеются две очереди сушилок общей

производительностью $2 \times 60 = 120$ тыс. т брикетов в год. Охлаждающий лоток одного из шести двухштепельных прессов развернут в бункерную сырьевую, и брикеты вместе с топливным торфом повышенной влажности поступают в подготовительное отделение и далее в котельную завода. Невзирая на снижение выпуска готовой продукции, такой способ нашел применение, так как это обеспечивает устойчивую работу завода [2].

Известен еще один способ, который разработан на уровне технического предложения. На ТБЗ с пневмопароводяной сушильной установкой ПЕКО в сушильном цехе завода организуется участок подсушки топливного торфа, основными и дополнительными элементами которого являются шахтная мельница, материалопроводы и ковшовый элеватор. Нужно отметить, что дополнительное оборудование организуемого участка подсушки включается в периоды неблагоприятных погодных условий, когда не заготовлен топливный торф кондиционной влажности. Суть этого способа состоит в том, что один из двух водяных корпусов переводится на обогрев паром, и тепло этого корпуса используется для сушки топливного торфа [1].

Этот способ является продуктивным в подсушке топливного торфа повышенной влажности на ТБЗ, но требует больше дополнительного дорогостоящего оборудования, что приводит к увеличению расхода электроэнергии при его эксплуатации и дополнительному расходу на его ремонт.

Автором статьи предложена идея подсушки топливного торфа повышенной влажности без внедрения дополнительного оборудования. Суть предложенной идеи заключается в использовании теплоты корпуса П-В для подсушки топливного торфа повышенной влажности, которая возможна при другом изменении работы пневмопароводяной сушильной установки Пеко.

Измененная схема технологической линии торфобрикетного завода показана на рис. 1. Из бункера подается торф на конвейер сырья 1, как в типовой технологической схеме создаются два независимых параллельных потока поступающего торфяного сырья: технологический (для торфобрикетирования) и топливный, направляемый в котельную завода.

Технологический торф поступает в подготовительное отделение 2, где проходят операции дробления и грохочения, затем по материалопроводу технологического торфа 9 попадает в сушильное отделение 3, где расположены участки водяных 4 и паровых 5 сушильных корпусов. После сушки высушенный торф поступает в прессовое отделение 6, затем торфобрикеты

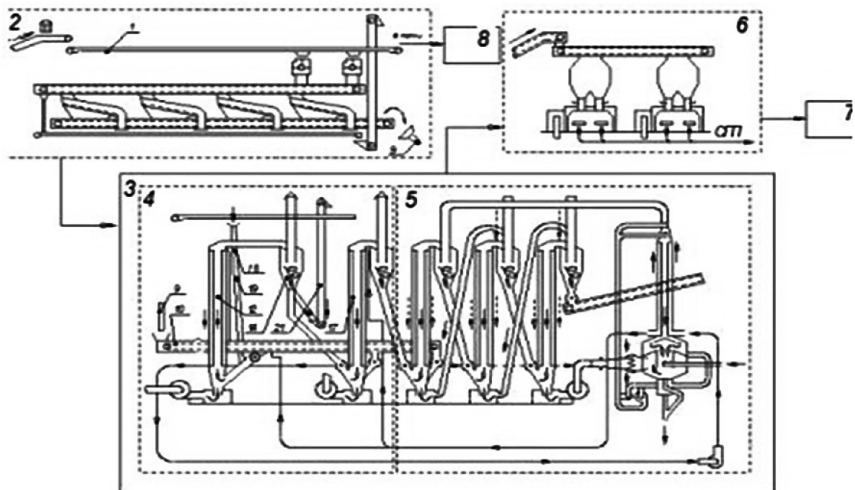


Рис. 1. Измененная схема технологической линии ТБЗ

поступают на склад готовой продукции 7. Топливный торф конвейером сырья 1 подается в котельную 8 [3].

Работа оборудования участка подсушки топливного торфа (рис. 2.) осуществляется следующим образом.

В сезон, когда заготовлен топливный торф влажностью 44–50%, и подсушка топливного торфа не нужна, ковшовый

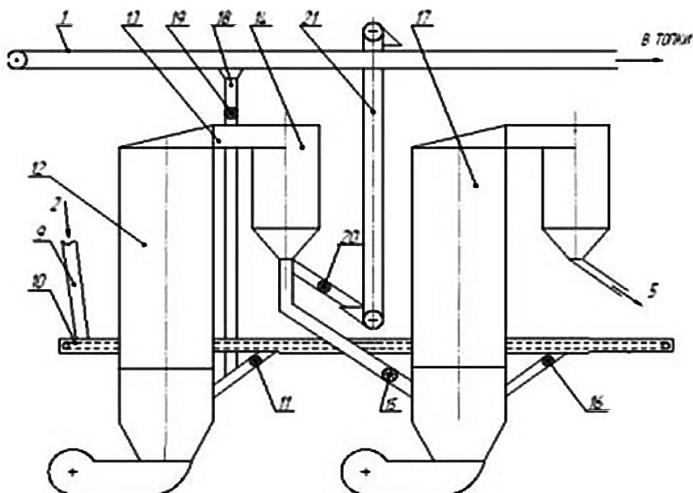


Рис. 2. Участок подсушки топливного торфа

эlevator 21 не работает, затворы 16, 19, 20 выключены. Оборудование сушильного цеха работает по обычной схеме. В сезон с неблагоприятными погодными условиями, когда поступает на завод торф повышенной влажности, требуется предварительная подсушка топливного торфа. Сушильный корпус II-B переводится на обогрев паром, питатели 11 и 15 выключены, в работу включается ковшовый elevator 21 и затворы 16, 19 и 20. Из подготовительного отделения 2 технологический торф по материалопроводу 9 и обводному конвейеру 10, минуя корпус II-B, затвором 16 направляется в корпус II-A 17 и далее по обычной схеме. В корпус II-B вентилятором нагнетается атмосферный воздух. С конвейера сырья 1, топливный торф по дополнительному материалопроводу 18 затвором 19 подается в корпус II-B, подсушивается и через соединительный канал 13, циклон 14 ковшовым elevatorом 21 возвращается на конвейер сырья 1 и далее в топку котельной завода.

Первый вариант подсушки топливного торфа повышенной влажности на ТБЗ требует больше дополнительного оборудования – это расходы на реконструкцию, увеличение расхода электроэнергии при его эксплуатации. Но использование шахтной мельницы интенсифицирует процесс сушки. Выбор рационального способа требует более детального анализа.

Для проверки возможности подсушки топливного торфа повышенной влажности на ТБЗ с использованием теплоты первого корпуса, переведенного на «разомкнутый» цикл работы, выполнен теплотехнический расчет на основании данных производственных испытаний сушильной установки Пеко, работающей в таком режиме. Теплотехнический расчет выполнен для торфа влажностью 43,2%. Торф такой влажности не требует подсушки, но данные, полученные экспериментально на производстве, позволяют показать реальные возможности предлагаемого способа.

Теплотехнический расчет

Расход теплоты в корпусе II-B, работающему по «разомкнутому» циклу (в корпус II-B подается пар).

1. Затраты теплоты на испарение влаги из торфа и нагрев сушильного агента (атмосферного воздуха) в корпусе II-B

$$Q_1 = L(I_2 - I_1) = 46,2 \cdot 10^3 (98,5 - 35,8) = 2,9 \cdot 10^6 \text{ кДж/ч,}$$

где I_2, I_1 – энтальпия воздуха на выходе и входе из корпуса, кДж/кг_{сух.возд.}; L – расход сухого воздуха, тыс. кг/ч.

При этом не учтены потери теплоты с уходящим через циклон сушильным агентом.

Затраты теплоты на нагрев торфа:

$$Q_2 = G_1 c_{\text{торфа}} (v_2 - v_1) = 18\,250 \cdot 2,88(28,7 - 22,1) = 0,347 \cdot 10^6 \text{ кДж/ч},$$

где $c_{\text{торфа}}$ – теплоемкость торфа, кДж/кг · К,

$$c_{\text{торфа}} = \frac{c_c (100 - w_2)}{100} + \frac{c_w w_2}{100} = \frac{2 \cdot (100 - 40,1)}{100} + \frac{4,19 \cdot 40,1}{100} = 2,88 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К};$$

где v_1 и v_2 – температура торфа соответственно на входе в корпус и выходе из корпуса, °С; w – влажность торфа, %.

Общие затраты теплоты в корпусе II-B:

$$Q'_{\text{общ}} = Q'_1 + Q_2 = 2,9 \cdot 10^6 + 0,347 \cdot 10^6 = 3,247 \cdot 10^6 \text{ кДж/ч} \cdot \text{т}.$$

2. Теплотехнический расчет предлагаемой схемы подсушки топливного торфа

В предлагаемом способе подсушки торфа его масса, поступающая в корпус II-B, уменьшается, и, соответственно, снижаются расход теплоты на нагрев материала.

$$Q'_2 = 4560 \cdot 2,88 \cdot (28,7 - 22,1) = 86\,676,5 \text{ кДж/ч}.$$

Поэтому увеличиваются затраты теплоты на испарение влаги

$$Q'_{\text{кор}} = Q'_{\text{общ}} - Q'_2 = (3,247 - 0,086676) \cdot 10^6 \text{ кДж/ч}.$$

Так как $Q = L(I_2 - I_1)$, энтальпия на выходе из корпуса:

$$I'_2 = 3,239 \cdot 10^6 / 46\,200 + 35,8 = 105,9 \text{ кДж/кг}_{\text{сух.возд.}}$$

Определить влагосодержание сушильного агента (воздуха) после корпуса II-B в предлагаемом способе подсушки топливного торфа не представляется возможным, так как неизвестна температура сушильного агента на выходе из корпуса.

Но, чем выше энтальпия сушильного агента, тем выше его температура и, соответственно, увеличивается содержание в нем влаги. При промышленных испытаниях сушилки Пеко определены влагосодержание воздуха на выходе из корпуса II-B, равное $25,0 \text{ г/кг}_{\text{сух.возд.}}$ и его энтальпия после циклона, равная $98,5 \text{ кДж/кг}_{\text{сух.возд.}}$. В предлагаемом варианте подсушки топливного торфа энтальпия воздуха на выходе из корпуса оставляет $105,9 \text{ кДж/кг}_{\text{сух.возд.}}$ [3].

Предполагаем, что между энтальпией воздуха и его влагосодержанием существует прямо пропорциональная зависимость.

Тогда влагосодержание воздуха после корпуса II-B будет равно:

$$d_2 = 25,3 \cdot 105,9 / 98,5 = 27,2 \text{ г/кг}_{\text{сух.возл.}}$$

Удельный расход сухого сушильного агента (воздуха) в этом случае равен:

$$\begin{aligned} I &= 1000 / ((d_2 - d_1)) = \\ &= 1000 / (27,2 - 6,0) = 47,17 \text{ кг}_{\text{сух.газов}} / \text{кг}_{\text{исп.влаги}} \end{aligned}$$

Производительность по испаренной влаге определяем из выражения

$$I = L / W,$$

$$\text{откуда } W = 46\,200 / 47,17 = 979,4 \text{ кг/ч.}$$

Если

$$W = G_1 \cdot (w_1 - w_2) / (100 - w_2),$$

то влажность подсушенного топливного торфа:

$$w_2 = (43,2 \cdot 18\,250 - 100 \cdot 979,4) / (18\,250 - 979,4) = 40,0\%.$$

Таким образом, используя данный метод подсушки торфа, можно уменьшить влажность исходного торфа с 43,2% до 40,0%. При подсушке торфа более высокой влажности эффект от использования данного способа подсушки будет значительно выше.

Рассмотрим, до какой влажности можно w_2 можно подсушить топливный торф, если исходная влажность $w_1 = 55\%$.

На завод поступает $G_1 = 18\,250$ кг/ч, торфа влажностью 55% [6].

Топливный торф B для котельной составляет 25% от поступающего на завод торфа с учетом использования пара котельной для отопления помещения завода и других потребностей.

$$B = 0,25 \cdot G_1 = 0,25 \cdot 18250 = 4580 \text{ кг/ч.}$$

В корпус II-B за счет теплоты пара при «разомкнутом» цикле может испариться 890 кг/ч влаги.

Производительность системы по испаренной влаге:

$$W = B \frac{(w_1 - w_2)}{(100 - w_2)} = 4580(55 - w_2) / (100 - w_2).$$

Откуда влажность подсушенного топливного торфа:

$$w_2 = \frac{(B \cdot w_1 - 100 \cdot W)}{(B - W)} = \frac{(4580 \cdot 55 - 100 \cdot 890)}{(4580 - 890)} = 44,2\%$$

Из этого следует, что используя рассмотренный способ подсушки торфа повышенной влажности, можно снизить влажность топливного торфа с 56% до 44%.

Заключение

В статье рассматривается и решается проблема сжигания и подготовки торфа повышенной влажности. На основании данной проблемы разработан вариант подсушки топливного торфа и доказана его технологическая целесообразность по отношению к другим вариантам решения данной проблемы, таких как сжигание готовых брикетов и осветление мазутом.

Производительность в предлагаемом варианте снижается, но позволяет ему устойчиво работать, и это меньше, чем при использовании типового варианта сушки торфа повышенной влажности. При этом следует иметь в виду, что снижение производительности завода по предлагаемому способу будет происходить в сезоны с неблагоприятной погодой, когда не представляется возможность получить кондиционный торф. По другому варианту сжигать брикет будут в каждый сезон. Вариант с использованием впрыскивания мазута будет наиболее дорогостоящим, чем в предлагаемом варианте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Калябина М. В., Горфин О. С.* Патент на полезную модель №121808 (РФ) Технологическая линия брикетирования торфа. Опубл. 10.11.2012 (45).
2. *Горфин О. С., Михайлов А. В.* Машины и оборудование по переработке торфа: Ч.1. Производство торфяных брикетов. – Тверь: ТвГТУ, 2013. – С. 59–62.
3. *Наумович В. М.* Искусственная сушка торфа. – М.: Недра, 1984. – С. 128–130, 132–137.
4. *Михайлов Н. М.* Вопросы сушки топлива на электростанциях. – М.: Госэнергоиздат, 1957. – С. 134.
5. *Калябина М. В., Горфин О. С., Михайлов А. В.* Исследование вопроса подсушки топливного торфа повышенной влажности перед сжиганием / Сборник научных трудов МГГУ.
6. *Горфин О. С., Зайцев В. С.* Технология переработки торфа: Учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1983. – 143 с. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Савцов Евгений Александрович – магистрант, Тверской государственный технический университет, e-mail: vip.avtaykin@mail.ru.

E.A. Savtsov

THE WAYS OF BURNING PEAT TO HIGH HUMIDITY IN BOILER FURNACES TBZ

The main disadvantage of the milling methods of peat extraction is its dependence on weather conditions. In seasons with adverse weather unable to procure and produce peat humidity 50%.

On peat briquette factories drying of peat is carried out by heat derived from the burning of peat in the furnaces of the boiler plant, but at a humidity of more than 50% peat in the furnaces of the boiler is not lit.

This article considers the problem of burning peat fuel moisture in the furnaces of boiler to peat briquette factories. Shows and describes the main ways of solving this problem.

One of the main known methods is the «clarification» of fuel injection in the furnace through nozzles of additional fuel oil. Increases the efficiency of ignition and stabilized combustion of peat.

Known way, when one channel of the briquetting press the two-stamp deployed in bunker raw material, and finished with peat briquette peat fuel coming into the boiler room of the plant.

Also known method with drying of peat, the warmth of the body II-and the installation of additional mine mill.

The idea of predrying fuel milled peat, by use of heat of the first drying case, drying plants PEKO translated into heated by steam.

To check the possibility of drying of peat by the proposed method, using heat from the first body into «open» cycle, performed thermal calculation based on the data of industrial tests Peko drying plants operating in this mode.

Key words: fuel peat, peat high humidity, predrying, burning, peat briquette factories, milled peat, drier installation, technological line.

AUTHOR

Savtsov E.A., Master's Degree Student, e-mail: vip.avtaykin@mail.ru, Tver State Technical University, 170026, Tver, Russia.

REFERENCES

1. Kalyabina M. V., Gorfin O. S. *Patent RU 121808*, 10.11.2012.
2. Gorfin O. S., Mikhaylov A. V. *Mashiny i oborudovanie po pererabotke torfa*. Ch.1. Proizvodstvo torfyanykh briketov (Machines and equipment for peat processing. Part 1. The production of peat briquettes), Tver', TvGTU, 2013, pp. 59–62.
3. Naumovich V. M. *Iskusstvennaya sushka torfa* (Artificial drying of peat), Moscow, Nedra, 1984, pp. 128–130, 132–137.
4. Mikhaylov N. M. *Voprosy sushki topliva na elektrostantsiyakh* (Questions of drying of fuel at power plants), Moscow, Gosenergoizdat, 1957, pp. 134.
5. Kalyabina M. V., Gorfin O. S., Mikhaylov A. V. *Issledovanie voprosa podsushki toplivnogo torfa povyshennoy vlazhnosti pered szhiganiem*. Sbornik nauchnykh trudov MGGU (Research of a question of subdrying of fuel peat of the increased humidity before burning. Collection of scientific papers Moscow state mining university).
6. Gorfin O. S., Zaytsev V. S. *Tekhnologiya pererabotki torfa*: Uchebnoe posobie dlya vuzov (Tekhnologiya of peat processing. Higher educational aid), Moscow, Nedra, 1983, 143 p.