

**И.В. Цветков, М.А. Большаков, И.О. Королёв**  
**ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ**  
**СУШКИ СЫРЬЯ**  
**ДЛЯ БРИКЕТИРОВАНИЯ**  
**НА ЗОЛЬНОСТЬ**

Рассмотрены вопросы изменения зольности торфа при сушке дымовыми газами. Рассмотрен технологический процесс и набор оборудования сушильного участка торфоперерабатывающего предприятия. Определено влияние конструктивных особенностей оборудования сушильного участка на снижение уровня зольности в готовом продукте. Рассмотрены основные конструкции золоуловителей, применяемых в технологическом процессе искусственной сушки в барабанных сушилках. Определены три составляющие зольности готового продукта: зольность сырья; зола, уносимая из топочного устройства; увеличение зольности за счет выхода летучих. Предложено замещение высокозольного торфяного топлива для топочных устройств, при производстве торфяных брикетов, на древесное, полученное параллельно с добычей торфа.

Ключевые слова: торф, сушка, зола, брикетирование, барабанная сушилка, дымовые газы, золоуловитель.

**Р**азвитие местной энергетики движется по пути рационального использования имеющихся ресурсов, находя новые экологически-чистые методы получения энергии. Использование местных топлив вследствие удорожания нефти и газа становится все более выгодным. Для многих регионов России, использование торфа в качестве основного источника топлива является оправданным и перспективным. Россия обладает 37,5% мировых запасов торфа [1], что может послужить фактором для использования торфяного топлива не только на местном рынке, но и для экономически обоснованного экспорта, как между регионами Российской Федерации, так и в другие страны.

Одним из перспективных видов местного топлива являются торфяные брикеты, пользующие большим спросом у населения из-за удобства применения и доставки [2]. Производство торфяных брикетов включает в себя ряд последовательных процессов: сушку, дробление и прессование. Процессом, непосредственно

влияющим на увеличение теплотворной способности торфа, является сушка. 88% всей влаги содержащейся в торфе, приходится на воду механического удерживания [3], энергия связи которой не велика, и составляет около 0,2 ккал/моль. Поэтому для удаления влаги из торфяного сырья, ряд производителей торфяных брикетов и гранул используют пневмобарабанные сушилки типа АВМ. На рис. 1 представлена Технологическая схема сушильного комплекса на базе сушильного барабана АВМ-0,65.

В сушилках данной конструкции сушильным агентом являются дымовые газы, выработанные при сгорании топлива в теплогенераторе. Одновременно с газами в барабан, по наклонному скребковому транспортеру поступает влажное сырье. Выгрузка из сушильного барабана производится пневмотранспортом, за счет разряжения создаваемого дымососом. Высушенное сырье осаждается в циклонном сепараторе, после чего поступает на участок дробления. Этот сушильный комплекс за счет отсутствия громоздкого теплообменника и дополнительного тягодутьевого устройства позволяет сэкономить на оборудовании и электроэнергии.

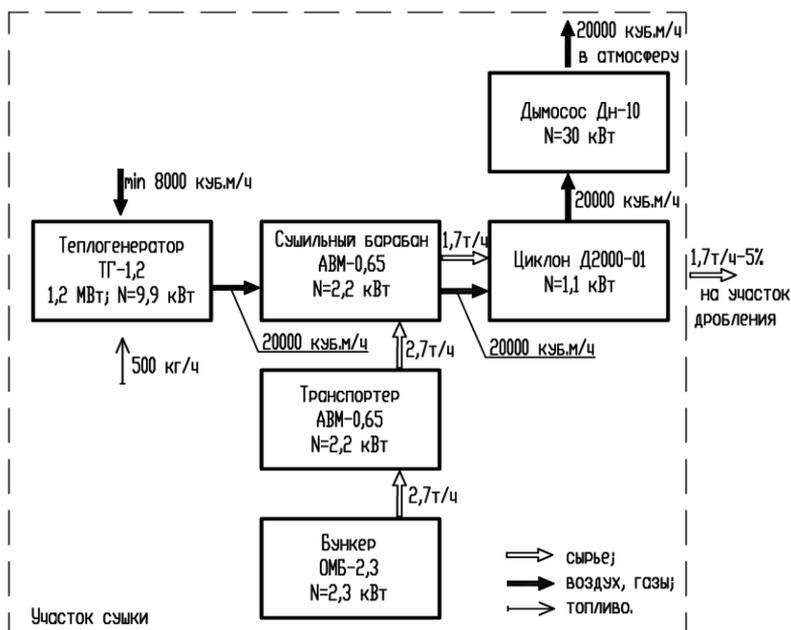


Рис. 1. Технологическая схема сушильного комплекса на базе барабана АВМ-0,65

Данная технология используется для получения готового продукта влажностью до 8–10% при начальной влажности 50–55%. Но при этом, вместе с сушильным агентом в барабан попадает вылетевшая из теплогенератора летучая зола и несгоревшее топливо. Общее количество твердых выбросов, попавших в барабан, можно определить по формуле [4]:

$$M_{ms} = 0,01B \left( a_{yn} A^r + q_4 \frac{Q_i^r}{32,68} \right) (1 - \eta_3),$$

где  $B$  – расход топлива, кг/ч;  $A^r$  – зольность топлива на рабочую массу, %;  $a_{yn}$  – доля золы топлива в уносе;  $q_4$  – потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, %;  $\eta_3$  – доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителе, 32,68 – теплота сгорания углерода, МДж/кг.

Доля золы в уносе  $a_{yn}$  обусловлена конструктивными особенностями топочного устройства. Так для шахтных, шахтно-цепных топок и теплогенераторов скоростного горения этот показатель составляет [5] 0,10, а для слоевых топок бытовых теплогенераторов около 0,25.

Зольность готового продукта определяется тремя составляющими:

$$A_{c.o.}^{z.n.} = A_{c.o.}^n + \Delta_1 + \Delta_2,$$

где  $A_{c.o.}^n$  – зольность по сухому веществу сырья подаваемого в сушильный барабан;  $\Delta_1$  – увеличение зольности за счет приносимой золы из теплогенератора;  $\Delta_2$  – увеличение зольности за счет выхода летучих в процессе сушки.

На рис. 2 схематично представлено изменение зольности в процессе сушки.

Так сушка торфа в сушильных барабанах происходит при температуре выше температуры начала выхода летучих ( $T_H = 370$  К

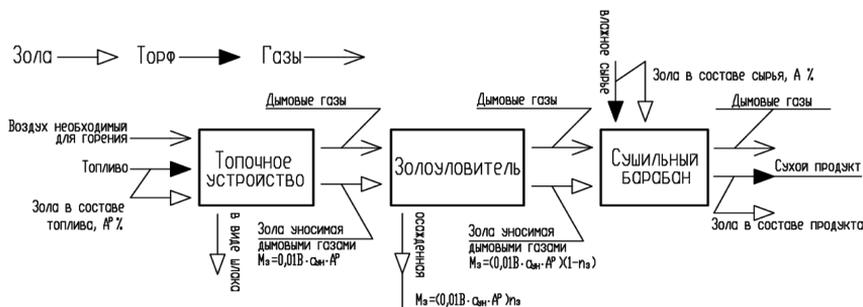


Рис. 2. Схема движения золы, торфа, дымовых газов на участке сушки

[6]), за счет чего концентрация золы в готовом продукте незначительно увеличивается [7]. Опытные данные по количеству выхода органического вещества при сушке в барабанных сушилках отсутствуют. Увеличение зольности за счет приносимой золы из теплогенератора зависит как от конструктивного исполнения теплогенератора и золоулавливающего устройства перед барабаном, так и от зольности используемого топлива. Массу золы улетевшей в сушилку можно определить по формуле [4]:

$$M_z = 0,01B \cdot a_{yn} A^r (1 - \eta_z).$$

Увеличение количества золы сказывается на качестве готовой продукции, и может привести к получению продукции более низкого сорта или брака. Повышенная зольность оказывает негативное воздействие на рабочие поверхности прессов и грануляторов, что приводит к более быстрому истиранию матриц и фильер, и выходу из строя техники.

Решением данной проблемы может служить замена высокозольного торфяного топлива для теплогенераторов, на древесное, полученное параллельно с добычей торфа. Система утилизации древесных остатков на торфодобывающих предприятиях практически отсутствует [8], что делает древесину, извлеченную из торфяной залежи при подготовке производственных площадей к эксплуатации, дешевым и доступным топливом.

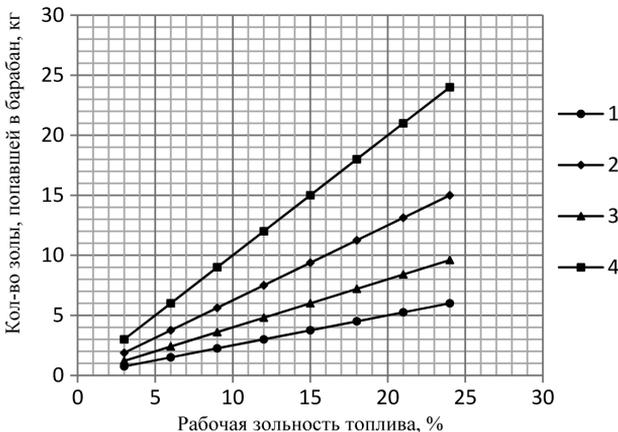


Рис. 3. Зависимость количества золы попавшей в барабан от зольности топлива: 1 — для сушильного барабана АВМ-0,65,  $a_{yn} = 0,10$ ; 2 — для сушильного барабана АВМ-0,65,  $a_{yn} = 0,25$ ; 3 — для сушильного барабана АВМ-1,5,  $a_{yn} = 0,10$ ; 4 — для сушильного барабана АВМ-1,5,  $a_{yn} = 0,25$

Данное решение удобно применять на производствах, расположенных на торфодобывающих предприятиях, или в непосредственной близости с ними. Зависимость унесенной золы от зольности топлива представлена на рис. 3. Использование древесного топлива в производстве торфяной продукции осложняется необходимостью использования дополнительного оборудования для измельчения и складирования древесины.

Не менее важным, является необходимость производить сушку только при устоявшемся режиме горения в теплогенераторе. При выводе его на режим, тяга дымовых газов не должна осуществляться через барабанную сушилку, а должна идти через аварийно-растопочную трубу (рис. 4). При этом более эффективным и менее взрыво- и пожароопасным является механизированная подача топлива в топку, при которой регулирование слоя топлива происходит автоматически.

Для очистки дымовых газов перед сушильными барабанами устанавливают предтопки-искрогасители (рис. 5), которые закручивая поток газов, создают аэродинамическое сопротивление, не позволяющее проникнуть в сушильный агрегат тяжелым твердым частицам, а завихритель установленный на входе в аппарат препятствует попаданию в барабан горящих частиц. Таким образом, предтопки работают в качестве золоуловителей. КПД золоулавливания данных аппаратов невысоко, около 50–70%, но этого достаточно для производства качественной продукции.

Влияние конструктивных особенностей оборудования в процессе сушки сырья позволило определить три составляющие зольности готового продукта: зольность сырья; зола, уно-

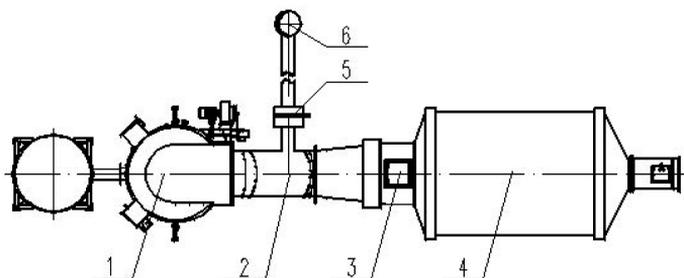


Рис. 4. Сушильный барабан АВМ-0,65 в сборе с теплогенератором ТГ-1,2: 1 – теплогенератор; 2 – газоход соединительный; 3 – предтопок-искрогаситель; 4 – сушильный барабан; 5 – шибер; 6 – аварийно-растопочная труба

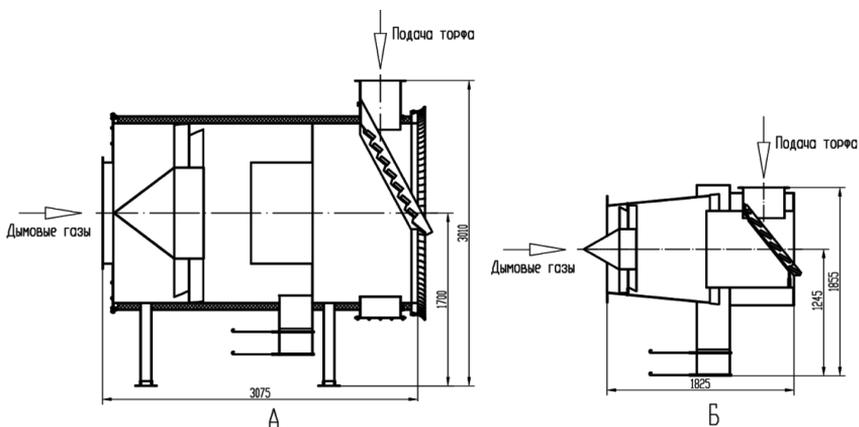


Рис. 5. Предтопки-искрогасители (А – для барабана АВМ-1,5; Б – для барабана АВМ-0,65)

симая из топочного устройства; увеличение зольности за счет выхода летучих, что в итоге при использовании золоуловителей в технологическом процессе искусственной сушки в барабанных сушилках снизит уровень зольности в готовом продукте.

Таким образом, технология сушки сырья для брикетирования дымовыми газами для производства торфяных брикетов является эффективным и удобным способом получения готового продукта с повышенным качеством. Для этого в технологическом процессе необходимо высокозольное торфяное топливо для топочных устройств заменить древесиной, извлекаемой из торфяной залежи при подготовке производственных площадей к добыче торфяного сырья и являющейся отходом. Это позволит рационально использовать ресурсы торфяного месторождения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тимофеев А.Е. Обоснование физико-технических параметров добычи и переработки торфяных и сопутствующих минеральных ресурсов: Автореф... дис. канд. техн. наук. – Тверь: ТвГТУ, 2009. – 16 с.
2. Яблонов А.Л., Пухова О.В. Особенности транспорта торфа к конечному потребителю в г. Твери // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2010. – № 1. – С. 34–35.
3. Базин Е.Т., Лиштван И.И., Попов М.В. Курс Физики торфа. Часть II. – Калинин, КГУ, 1978. – 102 с.
4. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час. – Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды, 1999.

5. *О проведении* расчетов выбросов вредных веществ в атмосферу по «Методике определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час». — Методическое письмо НИИ Атмосфера от 17 мая 2000 года № 335/33–07.

6. *Соколов Б.А.* Котельные установки, работающие на твердом топливе: учебное пособие. — М.: Издательский центр «Академия», 2012. — 64 с.

7. *Любов В.К., Горюнов В.В.* Результаты исследования эффективности работы цеха по производству древесных гранул // Известия вузов. Лесной журнал. — 2009. — № 5. — С. 135–145.

8. *Мисников О.С., Тимофеев А.Е.* О рациональном использовании энергетических и минеральных ресурсов торфяных месторождений // Горный журнал. — 2008. — № 11. — С. 59–63. **ПИАБ**

#### КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

*Цветков Иван Викторович* — аспирант, e-mail: ivan.tsvetkov@memori.ru,

*Большаков Михаил Алексеевич* — инженер, e-mail: misolg@mail.ru,

*Королев Илья Олегович* — аспирант,

Тверской государственной технической университет.

UDC  
662.641.047

**I.V. Tsvetkov, M.A. Bolshakov, I.O. Korolev**

#### **THE EFFECT OF DRYING PROCESSES OF RAW MATERIALS FOR BRIQUETTING ON ASH**

Problems of change of ashing of peat by means of drying by flue gas are considered in this article. A technological process and equipment of drying section of peat processing enterprise. Influence of constructive peculiarities of technique equipment of drying section at reducing of ashing in ready product is determined. The basic design of ash collectors used in the technological process of artificial drying in rotary dryers is considered. Three components of the ashing of ready product are identified they are the ashing of the raw material; the ash is carried away from the combustion device; the increase of ashing due to volatile. The replacement of high ash peat fuel for the combustion device in the production of peat briquettes in wood obtained in parallel with the extraction of pear is proposed.

Key words: peat, drying, ash, briquetting, rotary drum dryer, flue gases, ash collector.

#### AUTHORS

*Tsvetkov I.V.*<sup>1</sup>, Graduate Student, e-mail: ivan.tsvetkov@memori.ru,

*Bolshakov M.A.*<sup>1</sup>, Engineer, e-mail: misolg@mail.ru,

*Korolev I.O.*<sup>1</sup>, Graduate Student,

<sup>1</sup> Tver State Technical University, 170026, Tver, Russia.

#### REFERENCES

1. *Timofeev A.E. Obosnovanie fiziko-tekhnicheskikh parametrov dobychi i pererabotki torfyanykh i sopushtvuyushchikh mineral'nykh resursov* (Substantiation of physico-technical parameters of peat and associated minerals mining and processing), Candidate's thesis, Tver, TvGTU, 2009, 16 p.

2. Yablonev A.L., Pukhova O.V. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2010, no 1, pp. 34–35.

3. Bazin E.T., Lishtvan I.I., Popov M.V. *Kurs Fiziki torfa. Chast' II* (Course in physics of peat. Part II), Kalinin, KGU, 1978, 102 p.

4. *Metodika opredeleniya vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosferu pri szhiganiy topliva v kotlakh proizvoditel'nost'yu menee 30 tonn para v chas ili menee 20 Gkal v chas*. Gosudarstvennyy komitet Rossiyskoy Federatsii po okhrane okruzhayushchey sredy (Determination procedure for pollutant emissions in fuel combustion in boilers with capacity less than 30 tons of steam per hour or less than 20 Gcal/h. Russian Federation State Committee for Environmental Protection), 1999.

5. *O provedenii raschetov vybrosov vrednykh veshchestv v atmosferu po «Metodike opredeleniya vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosferu pri szhiganiy topliva v kotlakh proizvoditel'nost'yu menee 30 tonn para v chas ili menee 20 Gkal v chas»*. Metodicheskoe pis'mo NII Atmosfera ot 17 maya 2000 goda № 335/33-07 (Pollutant emission calculation in accordance with the Determination procedure for pollutant emissions in fuel combustion in boilers with capacity less than 30 tons of steam per hour or less than 20 Gcal. Atmosfera Research Institution Guidance Letter No. 335/33-07 as of May 17, 2000).

6. Sokolov B.A. *Kotel'nye ustanovki, rabotayushchie na tverdom toplive: uchebnoe posobie* (Solid fuel boiler plants: Educational aid), Moscow, Izdatel'skiy tsentr «Akademiya», 2012, 64 p.

7. Lyubov V.K., Goryunov V.V. *Izvestiya vuzov. Lesnoy zhurnal*. 2009, no 5, pp. 135–145.

8. Misnikov O.S., Timofeev A.E. *Gornyy zhurnal*. 2008, no 11, pp. 59–63.



## ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

### НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ СРОКА СЛУЖБЫ ОБОРУДОВАНИЯ В НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

*Газзов Р.Р., Знаемский Ю.А., Кадышев В.С., Лопатин В.И., Маринин И.А.*

Изношенность парка оборудования нефтехимической промышленности (котловых сооружений, работающих под давлением, подъемных сооружений и др.) предполагает постепенную плановую замену техники. Оптимизировать этот процесс и избежать аварий помогут экспертные организации, в функции которых входит определение остаточного ресурса оборудования на основе его обследования.

Ключевые слова: нефтехимическая промышленность, оборудование, экспертные оценки.

### SOME ASPECTS OF THE EVALUATION OF LIFE OF EQUIPMENT IN PETROCHEMICAL INDUSTRY

*Gayazov R.R., Sremski Yu.A., Kadyshv V.S., Lopatin V.I., Marinin I.A.*

Depreciation of equipment for the petrochemical industry (boiler installations working under pressure, lifting equipment and etc.) involves a gradual, planned replacement of equipment. To optimize this process and to avoid accidents will help an expert organization, whose functions include the determination of residual life of equipment on the basis of its surveys.

Key words: petrochemical industry, equipment, expert opinions.