

Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 9, №3 (2017) <http://naukovedenie.ru/vol9-3.php>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/73TVN317.pdf>

Статья опубликована 09.06.2017

Ссылка для цитирования этой статьи:

Гармаев О.Ж., Северикова Д.Д., Михайлов А.В. Методы интенсификации полевой сушки торфяного сырья и способы ее механизации // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №3 (2017)

<http://naukovedenie.ru/PDF/73TVN317.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 62-932.2

Гармаев Оюн Жаргалович

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет», Россия, Санкт-Петербург¹

Аспирант

E-mail: garmaev.oyun@gmail.com

Северикова Дарья Дмитриевна

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет», Россия, Санкт-Петербург

Аспирант

E-mail: severdar@mail.ru

Михайлов Александр Викторович

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет», Россия, Санкт-Петербург

Доктор технических наук, профессор

E-mail: erc68@mail.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0516-7737>

Методы интенсификации полевой сушки торфяного сырья и способы ее механизации

Аннотация. Процесс полевой сушки экскавированного торфяного сырья естественной влажности осложняет производство торфяного топлива в сравнении с добычей каменного угля, нефти и ставит торфодобывание в зависимость от погодных условий, придавая производству торфа сезонный характер.

На данный момент полевая сушка торфяного сырья производится в тонких слоях, при этом используется только радиационная энергия солнца. Данный процесс зависит от погоды и в некоторых районах не всегда возможен по климатическим условиям. В связи с этим является актуальным внедрение метода интенсификации полевой сушки торфяного сырья. Метод состоит из двух последовательных этапов: первый - механическое обезвоживание торфяного сырья, второй - естественная сушка торфяного сырья в компактных высоких фигурах. Для реализации предлагаемого метода необходимо соответствующее оборудование. Внедрение методов интенсификации полевой сушки торфяного сырья (предварительное механическое обезвоживание и компактирование в высокие фигуры для интенсификации полевой сушки) в технологию производства торфа позволяет достичь следующих результатов:

- увеличение продолжительность сезона производства торфа;
- повышение интенсивности сушки сырья.

¹ 199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д. 2

В статье представлен анализ энергетического баланса возобновляемых источников энергии (энергия ветра, и радиационная энергия солнца) в Северо-Западном регионе РФ. Так же представлены результаты анализа оборудования применяемого для механического обезвоживания капиллярно-пористых органических материалов. Автором представлен материальный баланс добычи торфяного сырья, который заключается в ряде последовательных операций.

Ключевые слова: торф; добыча; обезвоживание; компактирование; сушка; материальный баланс; сезон добычи; экскавированное сырье

Основной отличительной чертой торфяных месторождений по сравнению с другими полезными ископаемыми является высокое влагосодержание. В условиях естественного залегания в торфе содержится 86-95% воды и, следовательно, лишь 5-14% сухой массы, в состав которой входят органические и минеральные вещества. Повышенное начальное содержание влаги в торфяном сырье увеличивает расходы энергии по транспортированию влажного сырья и при его последующей сушке [2].

Торфяные залежи расположены на земной поверхности (в отличие, например, от угля), поэтому добыча торфа осуществляется открытым способом. Различают следующие способы добычи торфа:

- фрезерный способ добычи (поверхностно-послойный способ);
- экскаваторный (карьерный).

Поверхностно-послойный способ (ППС) добычи является самым распространенным, но самым чувствительным к изменению погодных условий. При ППС торф фрезеруется и сушится под воздействием радиационной энергии солнца в тонких слоях, а затем убирается в штабель.

Экскаваторный способ разработки торфяного месторождения производится на всю глубину месторождения. При разработке месторождения экскаваторным способом полевая сушка может производиться также в тонких слоях. При карьерном способе добычи разрабатывается сравнительно небольшой участок торфяного месторождения, нежели при поверхностно-послойном способе. Данный способ добычи является более рациональным и экономичным для внедрения в технологию разработки торфяного месторождения методов интенсификации полевой сушки сырья.

Способ полевой сушки торфяного сырья в тонких слоях является нерациональным, так как экскавированное сырье сушится только под воздействием радиационной энергии солнца и является крайне зависимым от метеоусловий. При сушке в тонких слоях на поверхности поля энергия ветра практически не влияет на сушку торфяного сырья. Для интенсификации процесса полевой сушки можно компактировать торфяное сырье в высокие фигуры, что увеличит воздействие природных источников энергии: к радиационной энергии солнца добавится энергия ветра. Так как средняя скорость ветра по грунтовому слою торфяного поля составляет 0,2-0,5 м/с, то на высоте 2 м достигает 2 м/с. Таким образом, сушка торфяного сырья в высоких фигурах позволит снизить влияние погодных условий, увеличить продолжительность сезона разработки торфяного сырья и снизить затраты на транспортировку.

Проведен анализ энергетического баланса в Северо-Западном регионе РФ (рис. 1 составил д.т.н., профессор Михайлов А.В.).

Обычно продолжительность сезона производства торфа в России занимает период с середины мая по конец августа. На рис. 1 видно, что при использовании радиационной энергии

солнца и энергии ветра, можно добиться увеличения продолжительности сезона производства торфа с середины апреля по конец сентября [11].

На основе анализа энергетического баланса возобновляемых источников энергии при введении методов интенсификации полевой сушки торфяного сырья в технологию производства торфа снижается зависимость производства от погодных условий благодаря ряду факторов:

1. упрощается технология производства торфа;
2. увеличивается использование энергии природных источников (радиационная энергия солнца и энергия ветра);
3. уменьшается зависимость от неблагоприятных метеоусловий (осадки).

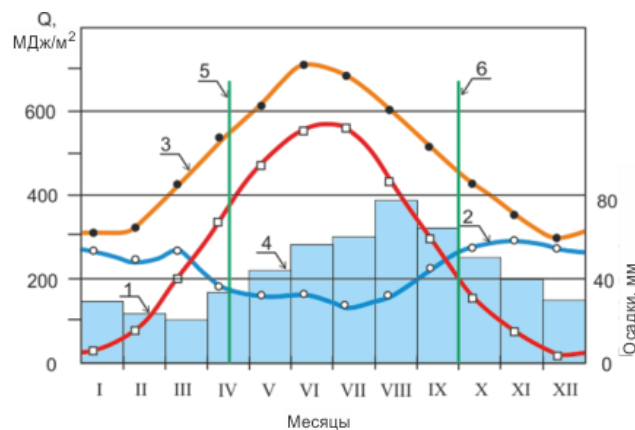


Рисунок 1. Среднемесячный энергетический баланс возобновляемых источников энергии на Северо-Западе РФ: 1 - радиационная энергия солнца; 2 - энергия ветра; 3 - сумма энергий солнца и ветра; 4 - уровень осадков за месяц; 5 - начало сезона добычи ТС; 6 - конец сезона добычи ТС

Еще одним методом интенсификации полевой сушки торфяного сырья является его механическое обезвоживание. В Советском союзе данная технология применялась в заводских условиях, при этом удалялось значительное количество влаги. Но в полевых условиях в торфяном производстве не применялась.

Анализ показывает, что предварительное полевое понижение влажности торфяного сырья с 90% до 80% можно проводить путем механического обезвоживания.

В экскавированном из карьера торфяном сырье по массовому соотношению при $w=90\%$ на каждый кг сухого вещества приходится 9 кг воды. После механического отжатия влаги до $w=80\%$ на каждый кг сухого вещества торфа приходится уже 4 кг воды. Таким образом, снижение влажности торфяного сырья на 10% соответствует испарению 5 кг воды на 1 кг сухого вещества. Учитывая, что удельная теплота испарения (парообразования) воды при температуре 20°C и нормальном атмосферном давлении составляет 2453 Дж/кг, это означает, что при полевой сушке для понижения влажности торфяного сырья с 90% до 80% требуется 12,3 кДж энергии на 1 кг сухого вещества. Предварительное механическое обезвоживание торфяного сырья позволяет значительно уменьшить энергозатраты на его последующую сушку, тем самым сократив ее сроки.

В основе всех предложений по искусственному обезвоживанию лежит способ механического отжатия торфа в специальных прессовых установках.

В таблице 1 (составлена автором) приведены сравнительные параметры наиболее распространенного оборудования по механическому обезвоживанию капиллярно-пористых органических материалов [6, 7, 10].

Таблица 1

Сравнительная характеристика применяемого оборудования для обезвоживания капиллярно-пористых органических материалов

| Вид | Ленточный пресс | Шнековый пресс | Многодисковый шнековый пресс | Ротационный пресс | Центрифуга |
|------------------------|----------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------|-------------------|
| Принцип работы | Фильтр-сетка | <i>Фильтр-сетка</i> | С образованием осадка | Фильтр-сетка | Центрифугирование |
| Фильтрующий материал | Ткань для фильтрации | <i>Перфорированный металл</i> | Многодисковый шнек | Перфорированный металл | - |
| Энергоемкость | Высокая | <i>Низкая</i> | Низкая | Низкая | Высокая |
| Интенсивность процесса | Высокая | <i>Низкая</i> | Высокая | Высокая | Высокая |
| Занимаемая площадь | Большая | <i>Маленькая</i> | Маленькая | Маленькая | Маленькая |
| Обслуживание | Сложное | <i>Простое</i> | Простое | Сложное | Очень сложное |
| Непрерывность процесса | нет | <i>да</i> | да | да | нет |

Проанализировав характеристики различного оборудования, можно сделать вывод, что для обезвоживания торфяного сырья шнековый пресс имеет ряд преимуществ по сравнению с другими видами оборудования:

- низкая интенсивность процесса обезвоживания;
- непрерывность процесса обезвоживания;
- сравнительно недорогое и простое обслуживание пресса;
- относительно небольшие размеры и масса пресса, что позволяет применять его в полевых условиях.

Основные затраты энергии при производстве торфа приходятся на обезвоживание. Известно, что энергоемкость механического обезвоживания торфа значительно ниже, чем у любых других способов удаления влаги.

Последующей операцией в технологическом процессе производства торфа является полевая сушка в высоких фигурах, во время которой происходит окончательное удаление влаги до требуемых значений. При этом обеспечивается удаление излишней влаги под воздействием радиационной энергии солнца и энергии ветра.

После компактирования предварительно обезвоженного торфяного сырья фигуры сушки обладают достаточной механической прочностью, которая повышается по мере сушки в результате объемной усадки [8].

Внедрение методов интенсификации полевой сушки торфяного сырья (предварительное механическое обезвоживание и компактирование в высокие фигуры для интенсификации полевой сушки) в технологию производства торфа позволяет достичь следующих результатов:

- увеличение продолжительность сезона производства торфа;
- повышение интенсивности сушки сырья.

Материальный баланс любого технологического процесса или его части составляется на основании закона сохранения массы вещества. С точки зрения расчета материального баланса

цикл добычи торфяного сырья заключается в последовательном выполнении ряда основных операций:

- экскавации, сущность которой заключается в выемке торфяного сырья из залежи;
- сепарации древесных включений из торфяного сырья;
- механического обезвоживания торфяного сырья, в результате которого избыточная влага отжимается обратно в карьер;
- компактирования торфяного сырья в фигуры сушки;
- сушки, в результате которой избыточная влага из торфяного сырья испаряется в атмосферу вследствие использования естественных источников энергии;
- уборки, задачей которой является освобождение поля сушки от высушенного торфа для последующего цикла.

Операция экскавации торфяного сырья из залежи (рис. 2 составлен автором) может быть представлена в виде системы двух уравнений, выражающих баланс по сухому веществу и влаге, поступивших экскавированную массу из залежи и удаленной воды при экскавации

$$\left. \begin{aligned} p_{\text{э}}^{\text{с}} &= p_{\text{тз}}^{\text{с}}; \\ p_{\text{э}}^{\text{в}} &= p_{\text{тз}}^{\text{в}} - \Delta p_{\text{э}}^{\text{в}} \end{aligned} \right\}$$

где: $p_{\text{тз}}^{\text{с}}$ и $p_{\text{тз}}^{\text{в}}$ - количество соответственно сухого вещества и влаги, попадающих в ковш экскаватора из залежи, кг/м³; $p_{\text{э}}^{\text{с}}$ и $p_{\text{э}}^{\text{в}}$ - количество соответственно сухого вещества и влаги после выгрузки из ковша, кг/м³; $\Delta p_{\text{э}}^{\text{в}}$ - количество воды, высекаемой из отверстий в ковше экскаватора при его перемещении под разгрузку, кг/м³.

При проведении сепарации древесных включений из торфяного сырья удаляются древесные включения вместе с частью торфа, что соответствует потерям сухого вещества и влаги

$$\left. \begin{aligned} p_{\text{с}}^{\text{с}} &= p_{\text{тз}}^{\text{с}} - \Delta p_{\text{с}}^{\text{с}}; \\ p_{\text{с}}^{\text{в}} &= p_{\text{тз}}^{\text{в}} - \Delta p_{\text{э}}^{\text{в}} - \Delta p_{\text{с}}^{\text{в}} \end{aligned} \right\}$$

где: $p_{\text{с}}^{\text{с}}$ и $p_{\text{с}}^{\text{в}}$ - количество соответственно сухого вещества и влаги после сепарации древесных включений, кг/м³; $\Delta p_{\text{с}}^{\text{с}}$ и $\Delta p_{\text{с}}^{\text{в}}$ - количество соответственно сухого вещества и влаги, удаляемых из торфяного сырья при сепарации, кг/м³.

Операция механического обезвоживания торфяного сырья способствует значительному удалению влаги (незначительными потерями сухого вещества при этом можно пренебречь)

$$\left. \begin{aligned} p_{\text{мо}}^{\text{с}} &= p_{\text{тз}}^{\text{с}} - \Delta p_{\text{с}}^{\text{с}}; \\ p_{\text{мо}}^{\text{в}} &= p_{\text{тз}}^{\text{в}} - \Delta p_{\text{э}}^{\text{в}} - \Delta p_{\text{с}}^{\text{в}} - \Delta p_{\text{мо}}^{\text{в}} \end{aligned} \right\}$$

где: $p_{\text{мо}}^{\text{с}}$ и $p_{\text{мо}}^{\text{в}}$ - количество соответственно сухого вещества и влаги после механического обезвоживания торфяного сырья, кг/м³; $\Delta p_{\text{мо}}^{\text{в}}$ - количество влаги, удаляемой из торфяного сырья при механическом обезвоживании, кг/м³.

С учетом допущения, что вся масса торфяного сырья компактируется в фигуры сушки без потерь, уравнения материального баланса операции сушки перед уборкой могут быть представлены в следующем виде

$$\left. \begin{aligned} p_{\text{у}}^{\text{с}} &= p_{\text{тз}}^{\text{с}} - \Delta p_{\text{с}}^{\text{с}}; \\ p_{\text{у}}^{\text{в}} &= p_{\text{тз}}^{\text{в}} - \Delta p_{\text{э}}^{\text{в}} - \Delta p_{\text{с}}^{\text{в}} - \Delta p_{\text{мо}}^{\text{в}} - \Delta p_{\text{фс}}^{\text{в}} \end{aligned} \right\}$$

где: p_y^c и p_y^b - количество соответственно сухого вещества и влаги перед уборкой кондиционного торфяного сырья, кг/м³; $\Delta p_{\text{фс}}^b$ - количество влаги, удаляемой из фигур сушки при их полевой сушке, кг/м³.

Материальный баланс цикла добычи торфяного сырья позволяет наглядно представить технологический процесс получения из торфяной залежи готовой продукции, оценить эффективность выполнения операций различным технологическим оборудованием, выявить отклонения от установленных нормативов и проанализировать получаемые результаты.

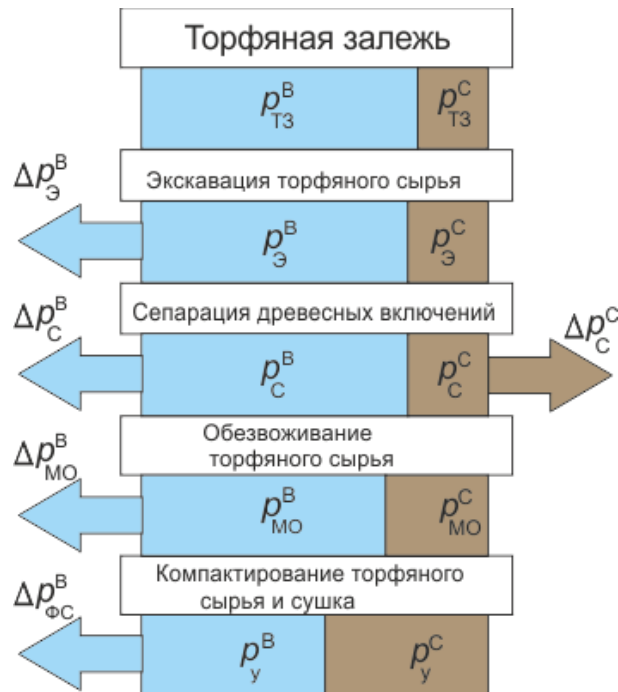


Рисунок 2. Материальный баланс цикла добычи торфяного сырья

В связи с растущим интересом к альтернативным источникам энергии, так же растет интерес к торфяному сырью. Что подразумевает увеличение его добычи. На данный момент наиболее распространённые способы разработки торфяных месторождений являются весьма энергоёмкими. Что подразумевает достаточно объёмный процесс предварительной подготовки торфяной залежи, а также предварительную подготовку торфяного сырья в виде полевой сушки торфа в тонких слоях. Выше было рассмотрено возможное внедрение методов интенсификации полевой сушки торфяного сырья в технологический процесс разработки торфяного месторождения - механическое обезвоживание и компактирование в высокие фигуры. Что в свою очередь позволит:

- увеличить продолжительность сезона разработки торфяных месторождений;
- снизить влияние неблагоприятных погодных условий (осадки);
- позволяет упростить технологию, исключить ненужные процессы в технологии разработки торфяных месторождений;
- снизить затраты на транспортировку сырья;
- увеличить интенсивность процесса полевой сушки торфяного сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антонов В.Я., Копенкин В.Д. Технология и комплексная механизация торфяного производства. - М.: Недра, 1983. - 287 с.
2. Гамаюнов Н.И., Лыч А.М., Давидовский П.Н. Некоторые особенности состояния и связи влаги с торфом. -Химия твердого топлива, 1972, №6, с. 57-60.
3. Горячев В.И. К вопросу оптимизации процесса механического обезвоживания верхового торфа низкой степени разложения. - Торфяная промышленность, 1974, № 5, с. 15-16.
4. Лиштван И.И. Физико-химические свойства и их трансформация при использовании торфяных месторождений // Химия твердого тела, 2010, №6, с. 3-10 - ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси»; Минск.
5. Лиштван И.И., Базин Е.Т., Гамаюнов Н.И., Терентьев А.А. Физика и химия торфа. М.: Недра. 1980. 304 с.
6. Прохоров Н.И. Искусственное обезвоживание торфа. Л. - Лениздат. 1944, 116 с.
7. Свен-Оден. Механическое обезвоживание торфа / Перевод со шведского Н.Н. Богданова. Торфяное дело, 1927, №6, 8, 9.
8. Северикова Д.Д., Формование торфоблоков измельченного торфяного сырья естественной влажности / И.Е. Звонарев // Инновации на транспорте и в машиностроении: сборник трудов 4 международной научно-практической конференции. Том 2 / Под ред. В.В. Максарова - СПб: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2016. - С. - 110-112.
9. Справочник по торфу / Под ред. к.т.н. А.В. Лазарева и д.т.н. С.С. Корчунова. - М.: Недра, 1982. - 760 с.
10. Шейде В.П., Серова Е.О. Разработка способа круглогодовой добычи торфа низкой степени разложения для сельского хозяйства. - Торфяная промышленность, 1981, № 10, с. 2-4.
11. Mikhailov A.V. 2014 Peat Surface Mining Methods and Equipment Selection In: Drebenstedt C., Singhal R. (Eds.) Mine Planning and Equipment Selection. Springer, Volum 2. 1243-1249.

Garmaev Oyun Zhargalovich

Saint-Petersburg Mining university, Russia, Saint-Petersburg
E-mail: garmaev.oyun@gmail.com

Severikova Daria Dmitrievna

Saint-Petersburg Mining university, Russia, Saint-Petersburg
E-mail: severdar@mail.ru

Mikhailov Aleksandr Viktorovich

Saint-Petersburg Mining university, Russia, Saint-Petersburg
E-mail: epc68@mail.ru

Methods of intensification of field drying of peat raw materials and methods of its mechanization

Abstract. The process of field drying of excavated peat raw material of natural moisture complicates the production of peat fuel in comparison with the extraction of coal and oil and places peat extraction in dependence on weather conditions, giving peat production a seasonal character.

At the moment, the field drying of peat raw materials is carried out in thin layers, while only the radiation energy of the sun is used. This process depends on the weather and in some areas is not always possible according to climatic conditions. In this regard, the introduction of a method for intensifying field drying of peat raw materials is topical. The method consists of two consecutive stages: the first - mechanical dewatering of peat raw materials, the second - the natural drying of peat raw materials in compact tall figures. The implementation of the proposed method requires appropriate equipment. The introduction of methods to intensify the field drying of peat raw materials (preliminary mechanical dehydration and compaction into high figures for the intensification of field drying) into the technology of peat production makes it possible to achieve the following results:

- increase in the duration of the peat production season;
- Increasing the intensity of drying of raw materials.

The article presents an analysis of the energy balance of renewable energy sources (wind energy, and solar radiation energy) in the North-West region of the Russian Federation. The results of the analysis of the equipment used for mechanical dewatering of capillary-porous organic materials are also presented. The author presents the material balance of the extraction of peat raw materials, which consists of a series of successive operations.

Keywords: peat; extraction; dehydration; compacting; drying; material balance; production season; excavated raw materials