

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ТОРФЯНОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 622.331

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ДОБЫЧИ РЕЗНОГО ТОРФА В ПРИБРЕЖНОЙ ПОЛОСЕ ОЗЕРА «ТОКОЛОН» РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

Беляков В.А., Мисников О.С., Пухова О.В.

Тверской государственный технический университет

Проведена оценка справочных данных по качественным характеристикам торфяных отложений Табалахской впадины Республики Саха (Якутия). Обоснована возможность добычи резного торфа в прибрежной зоне озера Толокон. Произведен расчет размеров опытно-промышленного участка добычи. Экспериментально обоснована продолжительность сушки торфа. Даны рекомендации по организации опытно-промышленной добычи резного торфа.

Формирование торфяных отложений на территории Табалахской впадины, расположенной в Республике Саха (Якутия), осуществлялось после таяния ледника. В то время она составляла одно мелководное озеро. По мере дренирования впадины реками Табалах и Туостях на ее территории сохранились несколько озер. На месте некоторых из них с 10 до 4,5 тысяч лет назад активно протекали процессы заболачивания и торфонакопления. В настоящее время мощность накопленного торфа составляет от 1 до 5 м [1]. Низинный тип торфа указывает на богатое минеральное питание на данной территории.

Работы по выявлению и оценке торфяных месторождений района Табалахской впадины были завершены торфяной геологоразведочной партией в 1954 г. Ее основными задачами являлись поиски и рекогносцировка торфяных месторождений для нужд Эгеханского комбината и выявление топливной базы для Алысхайского горнорудного узла в 1943 году [2].

Приозерные заторфованные площади в настоящее время являются подсушенными, вследствие понижения горизонта воды в озерах. Они покрыты уже не болотной, а луговой злаково-разнотравной растительностью. Встречаются и пересушенные участки – взбугренные береговые валы с обнаженным торфом, лишенным всякой растительности. Растительность на приозер-

ных площадях меняется в соответствии с варьирующим мезорельефом этих площадей [3, 4].

Торф озерного образования имеет темно-бурый или черный цвет с мелкозернистой структурой и высокой степенью разложения. Зольность его, как правило, выше 10 %. В озерах он круглый год находится в талом состоянии, при высыхании слипается в плотный комок, особенно если в нем имеется значительная примесь сапропеля и мелкодисперсной фракции самого торфа. На приозерных площадях торф находится в мерзлом состоянии, оттаивая к концу лета лишь на глубину 0,4...0,5 м. При высыхании он обычно рассыпается и растрескивается в тонкодисперсный порошок.

На месторождении «Токолон» только половина озера имеет залежь, соответствующую промышленным запасам. При толщине слоя воды 1,7 м мощность торфяной залежи составляет до 1...1,5 м. Причем промышленная залежь занимает площадь около 10 га. Верхняя часть торфяной залежи на приозерной (береговой) части до 0,5 м пронизана корнями современных луговых растений и позволяет добывать топливный торф резным способом.

В настоящее время резной способ добычи торфа распространен в Ирландии, а также на некоторых предприятиях Российской Федерации для осуществления поставок за рубеж [5]. Все виды резного способа добычи торфа разделяются на карьерные и послойные. При карьерных способах резка торфа производится в карьере с верхнего слоя залежи на всю ее глубину. При поверхностно-послойном способе резка торфа производится на всей площади рабочего участка, начиная с верхнего слоя залежи. Резку торфа можно производить на беспнистой или малопнистой связной торфяной залежи. Размеры торфяных кирпичей определяются условиями резки торфа, структурной прочностью торфяной залежи и условиями сушки.

Технологическая схема сушки резного торфа проходит по упрощенной схеме в сравнении с машинно-формовочным торфом: из малых клеток торф перекалывают в большие клетки (по 50 кирпичей). Высушенные верхние кирпичи из малых клеток обычно собирают в штабеля, а перекалывают в большие клетки только нижние сырые кирпичи.

При выпадении осадков сушка резного торфа замедляется вследствие его большего водопоглощения в сравнении с машинно-формовочным торфом и, наоборот, при хороших погодных условиях проходит быстрее. Продолжительность сушки в

нормальных условиях составляет 30...35 дней.

Поскольку заготовка реznego торфа может быть организована на небольших месторождениях (даже с площадью в 1 га) с малой глубиной залежи, то такой способ является наиболее подходящим для проведения маломасштабной добычи на прибрежной территории озера Токолон.

Для добычи реznego торфа был выделен участок, примыкающий непосредственно к озеру. Для этого была выбрана относительно ровная поверхность участка с повышением по направлению от берега озера. На данном участке отсутствует древесная растительность, и произрастают луговые травы. Толщина слоя торфа под травяным покровом составляет от 0,15 до 0,5 м. Торф относится к низинному типу с достаточно высокой степенью разложения. Его зольность варьирует в диапазоне 14...21 %, а рабочая теплота сгорания составляет 9,72 МДж/кг.

Под слоем торфа находится либо вечная мерзлота, либо глинистая масса небольшой толщины, а далее мерзлота. Естественная влажность торфа (w_e) колеблется от 80 % в нижней части слоя у береговой линии до 47 % на более высоких отметках¹. В таких случаях отсутствует необходимость предварительного осушения участка. Ввиду небольшой толщины слоя торфа добывать его можно в небольших объемах только вручную полойным способом один раз за сезон. Для снижения зависимости от метеорологических условий сезона досушку торфа целесообразно производить под навесом.

При 80 %-ной влажности торфа, извлеченного из залежи в наиболее низкой части участка, его плотность составляет около 1000 кг/м³. По мере удаления от береговой линии и повышения рельефа поверхности значения влажности уменьшаются до 70...75 %, что, соответственно, приводит и к уменьшению плотности. В образцах торфа, взятого из залежи с более высокими отметками поверхности, плотность составила 580 кг/м³.

Расчеты необходимых размеров площадей проводились исходя из условий добычи наиболее влажного торфа с пересчетом на условную влажность $w_y = 33$ % [6].

Размеры площадки для добычи реznego торфа (рис. 1) определялись из расчета заготовки торфа $G_T = 20$ тонн (при уборочной влажности $w_{y6} = 35$ %), глубины срезаемой залежи $h_3 = 0,25$ м и влажности торфа в залежи 80 %. Выход воздушно-сухого

¹ Отбор проб осуществлялся в июле в сухой период без дождей.

низинного торфа степенью разложения 20 % составит при этих данных

$$P_{вс} = \frac{\gamma_c (100 - w_c)}{10^3 (100 - w_y)} = \frac{1000 (100 - 80)}{10^3 (100 - 33)} = 0,31 \text{ т/м}^3.$$

Объем сырого торфа составит

$$V_{\tau} = \frac{G_{\tau}}{P_{вс}} = \frac{20}{0,31} = 64,5 \approx 65 \text{ м}^3.$$



Рис. 1 – Площадка для добычи реznego торфа

Таким образом, площадь, необходимая для участка добычи, составит

$$F = V_{\tau} / h_{з} = 65 / 0,25 = 260 \text{ м}^2$$

Вырезанные из залежи кирпичи торфа любой влажности хорошо сохраняют свою форму из-за большого количества корней травы, поэтому их структурная прочность обеспечивает транспортировку в транспортных средствах на поле сушки (рис. 2).

Примерный объем кирпича торфа, вырезаемого такой лопатой, составляет $V_{к} \approx 0,005 \text{ м}^3$. При плотности в среднем 900 кг/м^3 и влажности 75 % масса кирпича будет составлять около 4,5 кг.

После высушивания масса уменьшится до $\sim 1,7$ кг (при влажности 35 %). Следовательно, для выполнения плана необходимо было нарезать $20000/1,7 \approx 11800$ штук кирпичей торфа.

Для предварительной просушки кирпичи торфа укладывались на поле в простейшие фигуры сушки (т. н. «шалашик»). Они обеспечивают возможность испарения влаги практически со всей (за исключением одной торцевой части) поверхности торфяных кусков.

Для анализа процесса сушки кирпичей резного торфа были вырезаны прямоугольные образцы: из прибрежной зоны (крайняя правая часть, рис. 1) с начальной влажностью ($w_{нач}$) ~ 80 %; из средней части площадки с начальной влажностью ~ 77 % и из крайней левой («бугристой») части начальной влажностью ~ 47 %.



Рис. 2 – Использование тракторного погрузчика для транспортировки резного торфа к месту сушки

Сушка проводилась в условиях радиационно-конвективного режима на влагоизолирующей подложке. При выпадении осадков образцы убирались под навес, температура под навесом была равна температуре окружающего воздуха.

Как показывает анализ данных (таблица), в течение исследуемого периода испарение влаги происходило практически всегда с постоянной скоростью, за исключением периода, когда сушка осуществлялась под навесом при относительно низкой температуре. Об этом свидетельствуют промежутки между 62 и 96 часами сушки. За пять суток из каждого влажного кирпича торфа (образцы 1, 2) было удалено от 1,85 до 1,96 кг влаги, то есть практически половина от всей необходимой для испарения массы воды. За этот же период образец 3 потерял 0,6 кг влаги, то есть по мере уменьшения влажности скорость сушки снижается, что соответствует современным представлениям в области полевой сушки торфа [7]. Можно предположить, что при благоприятных условиях сушки (температура воздуха 20...30 °С, ветреная погода, отсутствии осадков) можно получить готовую продукцию через 15...20 дней сушки в полевых условиях.

Таблица – Результаты исследований полевой сушки образцов торфа

Время сушки, час	Номер экспериментального образца ($w_{нач}$, %)					
	1 (79,6)		2 (77,4)		3 (47,3)	
	масса, кг	w_i , %	масса, кг	w_i , %	масса, кг	w_i , %
0	4,80	79,6	4,53	77,4	3,92	47,3
19	4,50	78,2	4,23	75,8	3,66	43,6
26	4,22	76,8	3,91	73,8	3,63	43,1
43	3,88	74,8	3,73	72,6	3,60	42,6
54	3,75	73,9	3,48	70,6	3,55	41,8
62	3,40	71,2	3,30	69,0	3,48	40,6
96	3,32	70,5	3,16	67,6	3,43	39,8
108	3,01	67,5	2,80	63,4	3,25	36,4
124	2,88	66,0	2,63	61,1	3,22	35,8

Однако такие промежутки времени без дождей встречаются достаточно редко, а резной торф, даже при влажности ме-

нее 50 %, обладает большой водопоглотительной способностью [8]. Поэтому для исключения влияния атмосферных осадков подсушенный торф необходимо помещать под навес, что и было сделано при проведении исследований (рис. 3).

В результате проведенных опытно-промышленных испытаний были разработаны рекомендации по организации добычи резного торфа в прибрежной полосе озера Токолон. Суть их заключается в следующем. После выемки торфа из залежи отдельные куски необходимо установить в вертикальное или приближенное к нему положение с опорой на подстилающую поверхность. После подсушки кусков в течение приблизительно двух недель (при выпадении осадков – больше) переложить подсохшие куски в пирамиды по 15 слоёв под навес. Расстояние между пирамидами должно составлять не менее 25 см (что соответствует длине куска). В нижние слои необходимо укладывать куски с влажностью менее 40 %, с постепенным складированием более влажных кусков наверх пирамиды.



Рис. 3 – Сушка торфяных кирпичей под навесом

Для повышения устойчивости между соседними рядами пирамид в нескольких местах необходимо проложить поперечные стенки из высушенных торфяных кусков.

Укладку в пирамиды следует начинать от задней стенки навеса, постепенно заполняя ими всю полезную площадь. Для

контроля влажности перед укладкой под навес следует выборочно взвесить несколько кусков, отметить их и уложить вместе с остальными на сушку². После потери половины веса отмеченных кусков всю партию кусков можно укладывать в штабель.

Примерное время сушки торфа в пирамидах под навесом перед укладкой в плотный штабель составит 30 суток.

При условии, что весь объем добытого торфа можно расположить под навесом в пирамидах, то его переукладка в плотный штабель нецелесообразна.

При сушке и хранении резного торфа следует особенно тщательно следить за тем, чтобы атмосферные осадки не попадали на высушенные куски под навесом, вовремя закрывая боковые стенки навеса тентом. Для улучшения проветривания в периоды без дождей необходимо открывать боковые стенки навеса. Проветривание штабелей торфа под навесом посредством открытия и закрытия тента необходимо проводить до конца сентября.

Таким образом, в работе традиционный резной способ добычи топливного торфа был адаптирован под метеорологические и горно-геологические условия района расположения озера Токолон. Реализация полученных результатов позволяет сократить зависимость небольших труднодоступных поселков Республики Саха (Якутия) от дальнепривозных топливных ресурсов.

Библиографический список

1. *Торфяные месторождения Якутской АССР // Проблемы Севера. М.: АН СССР, 1958. Вып. 2. – С. 130-155.*
2. *Отчет о работах Табалахской торфяной партии за 1954 г. // Янское районное геолого-разведочное управление ГУС ДС МЦМ СССР. Батагай, 1954 г.*
3. *Хотинский, Н.А. Голоцен Северной Евразии / Н.А. Хотинский. М.: Наука, 1977. – 200 с.*
4. *Панов, В.В. Торфяники Табалахской впадины Республики Саха (Якутия) / В.В. Панов, А.В. Протопопов. Труды Инсторфа. – 2012. – № 5 (58). – С. 3-10.*
5. *Мисников, О.С. Анализ технологий разработки торфяных месторождений в странах дальнего и ближнего зарубежья / О.С. Мисников, А.Е. Тимофеев, А.А. Михайлов // Горный инфор-*

² Для более точных измерений необходимо использовать средства оперативного контроля влажности.

мационно-аналитический бюллетень. М: МГТУ, – 2011. – № 9. – С. 84-92.

6. Столбикова, Г.Е. *Процессы открытых горных работ. Фрезерный торф.* / Г.Е. Столбикова, О.С. Мисников, В.А. Иванов. Тверь: ТвГТУ, 2017. 160 с.

7. Антонов, В.Я. *Технология полевой сушки торфа* / В.Я. Антонов, Л.М. Малков, Н.И. Гамаюнов. – М.: Недра, 1981. – 239 с.

8. Лиштва́н, И.И. *Физико-химические основы технологии торфяного производства* / И.И. Лиштва́н, А.А. Терентьев, Е.Т. Базин, А.А. Головач. Мн.: Наука и техника, 1983. – 232 с.

УДК 66.047.69: 622.331-662(045)(476)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НА ТОРФОБРИКЕТНЫХ ЗАВОДАХ

Березовский Н.И., Борисейко В.В.

Белорусский национальный технический университет

На основании научных разработок и практического подтверждения использования высокопроизводительных сухих рукавных фильтров в аспирационных системах торфобрикетных заводов предложена технология использования вторичных энергоресурсов, образующихся при сушке паровыми трубчатыми сушилками фрезерного торфа для брикетирования, с применением кожухотрубчатых пароводяных теплообменников.

В настоящее время на торфобрикетных заводах Республики Беларусь эксплуатируется 22 паровые трубчатые сушилки «Цемаг», в которых для сушки торфа используется сухой насыщенный пар с избыточным давлением на входе 0,25 МПа, позволяющий получать конечную влажность торфа 15 %. При этом температура пара на входе составляет 120÷140 °С, а на выходе 81÷100 °С. Составление материального баланса этой сушилки основывается на законе сохранения вещества, согласно которому вес материала, входящего в сушилку, равен сумме весов высушенного материала и испаренной влаги. За один час работы сушилки на фрезерном торфе влажностью 50 % количество испаренной влаги составляет от 2,7 до 6,8 тонн при производительности по высушенному торфу от 8,3 до 14,8 тонн. При этом общий унос материала из сушилки может составлять от 12 до 39 % [1, 2].