

В.А. Иванов, Г.Е. Столбикова, С.Е. Горелова

ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ И ДЛИТЕЛЬНОСТИ СУШКИ НА СБОРЫ ФРЕЗЕРНОГО ТОРФА

Приведены результаты полного факторного эксперимента по влиянию на величину сборов фрезерного торфа начальной влажности и продолжительности сушки на толстом азрированном подстиле. Получено уравнение регрессии зависимости циклового сбора фрезерного торфа от начальной влажности и продолжительности сушки. Установлена теоретическая зависимость показателей, которые необходимы для получения численных характеристики циклового сбора. Конкретные условия сушки фрезерного торфа применяются для прогнозной оценки основных технологических показателей.

Ключевые слова: фрезерный торф, цикловой сбор, начальная влажность, продолжительность сушки, расстил.

Оптимизация торфяного производства заключается в уменьшении производственных площадей, содержание которых влияют на стоимость продукции и платежи за земельный отвод. Поэтому актуален вопрос получения максимальных сборов фрезерного торфа различного назначения [1] с одного гектара производственных площадей при минимальных затратах и материальных средств.

Выполнение программы добычи торфа в течение сезона ограничивается процессом сушки. В процессе сушки удаление влаги в основном происходит за счет испарения. Количество удаляемой влаги составляет для фрезерного торфа более 50% от начальной массы торфа. В естественных условиях процесс сушки зависит от очень многих факторов, затрудняющих выявление его закономерностей, основными из которых являются метеорологические, гидрологические, технологические и физико-химические особенности торфа и сапропеля [2].

Особенности механизма сушки фрезерного торфа в тонких слоях с учетом влагообмена с залежью было

проведено в работе [3] и предложены две схемы по интенсификации производства фрезерного торфа: первая – снижение толщины сушимого слоя торфа при коротких циклах производства (мелкое фрезерование залежи), вторая – схема послойной уборки верхних сухих прослоек торфа из толстого расстила (фрезерование может проводиться один раз в 2–3 дня, а уборка тонкими слоями – 1–2 цикла в первый день сушки, 2–3 – во второй и последующие).

Для выявления влияния начальной влажности торфа и длительности сушки τ_c на толстом азрированном подстиле на величину сборов фрезерного торфа проведен полный факторный эксперимент. Основными факторами были начальная влажность фрезерного торфа, изменяющаяся от 70,1% до 83,5% с шагом варьирования 6,7% и длительность сушки, которая изменялась от 5 до 25 ч с шагом варьирования 10 ч. Откликом эксперимента являлся сбор фрезерного торфа в тоннах с одного гектара площади нетто.

Объектом исследования был торф низинного типа со средней степенью

Матрица планирования для двух факторов

Факторы		Уровни			Шаг варьирования						
		-1	0	+1							
$x_1 - (\omega_n)$		70,1	76,8	83,5	6,7						
$x_2 - (\tau_c)$		5	15	25	10						
№	Планирование			Расчет	Выход						
	x_0	x_1	x_2	$x_1 x_2$	$y_{(1)}$	$y_{(2)}$	$y_{(3)}$	$y_{(4)}$	$y_{(5)}$	$y_{(6)}$	y_{cp}
1	+	-	-	+	15,72	14,35	14,08	13,83	14,84	14,82	14,6
2	+	+	-	-	9,27	9,56	8,73	11,76	11,91	13,29	10,75
3	+	-	+	-	33,63	31,42	34,90	35,29	36,18	35,18	34,42
4	+	+	+	+	24,93	32,52	30,67	15,18	25,32	21,67	25,04
5	+	+	+	+	19,81	25,43	22,73	25,37	35,56	29,56	26,41

разложения $R = 26\%$ (вид – древесно-осоковый). Исследования проводились в камере искусственного климата Тверского технического университета при следующих условиях: средняя температура воздуха $t = 24-25$ °С, психрометрическая разность $\Delta t = 7$ °С, относительная влажность воздуха $\phi = 45-47\%$, скорость воздуха $v = 1,5$ м/с, интенсивность радиации $Q = 0,36$ кал/мин = $0,025$ Дж/с.

Поле камеры было разбито на 10 квадратов, в каждый квадрат ста-

вилась рамка определенной площади, заполненная сырой фрезерной крошкой при различных граничных и начальных влажностях, и общей толщиной расстила крошки 100–120 мм в соответствии с ранее проведенными исследованиями [4].

По мере высыхания верхнего слоя фрезерного торфа сухая крошка убиралась пневматическим способом из одних рамок через каждые 5 ч сушки, из других – через 15 и из третьих – через 25 ч сушки. Высохший торф

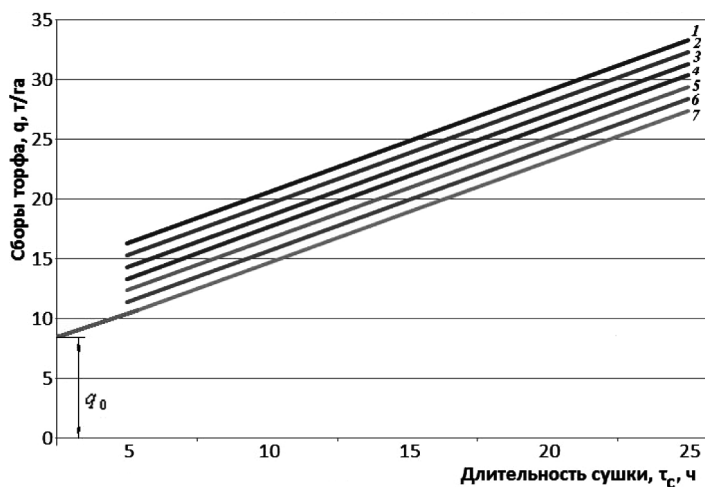


Рис. 1. Зависимость сборов торфа при различных длительностях цикла и начальной влажности: 1 – 70%, 2 – 72%, 3 – 74%, 4 – 76%, 5 – 78%, 6 – 80%, 7 – 82%

взвешивался, и определялась его конечная влажность. По полученным данным рассчитывался сбор фрезерного торфа при различной длительности сушки. Затем заполнялась матрица планирования и проведения эксперимента по выявлению зависимости сборов торфа от начальной влажности и длительности сушки, а также рассчитывались коэффициенты регрессии, дисперсии коэффициентов регрессии и их стандартная ошибка.

По результатам обработки данных исследования (рисунок) полного факторного эксперимента и значений коэффициентов регрессии получено уравнение регрессии зависимости циклового сбора от начальной влажности и длительности сушки $q = 46,35 - 0,49 w_n + 0,85 \tau_c$.

В соответствии с рис. 1 сбор торфа с 1 га производственной площади может быть увеличен как за счет снижения начальной влажности, так и за счет увеличения длительности сушки.

Важным технологическим показателем производства фрезерного торфа является не цикловой, а сезонный сбор, который для исследованных значений длительности циклов изменяется в большом диапазоне.

При существующей длительности цикла 2 суток сушка длилась 20 ч и за это время собрали 4 раза высушенный

торф за каждые 5 ч сушки, 2 раза за 10 ч и соответственно 1 раз за 20 ч сушки, таким образом, сборы торфа за один двухдневный цикл можно увеличить в 2 раза по сравнению с сушкой 20 ч и в 1,5 раза по сравнению с однодневной сушкой (при $\tau_c = 5$ ч, $q = 13,85 \cdot 4 = 55,4$ т/га; при $\tau_c = 10$ ч, $q = 18,1 \cdot 2 = 36,2$ т/га; при $\tau_c = 20$ ч, $q = 26,6$ т/га).

Сравнение нормативных значений цикловых сборов с экспериментальными данными для низинного торфа при степени разложения $R = 26\%$ и $\Pi < 1\%$ при длительности цикла 2 суток, которые составляют 18,2 т/га показало, что сборы по новой технологии увеличились на 46%, а при длительности сушки 10 ч увеличились соответственно на 33%.

В соответствии с рис. 2 суммарные сезонные сборы фрезерного торфа при двадцати пяти циклах и общей длительности сушки пятисот часов, то увеличение сезонного сбора по технологии 5 ч сушки на толстом аэрированном подстиле возрастает еще больше, практически в 3 раза (новая технология $q = 55,4 \cdot 25 = 1385$ т/га, существующая технология $q = 18,2 \cdot 25 = 455$ т/га).

Механизм увеличения сборов торфа при сушке его на толстом аэрированном подстиле состоит в том, что в

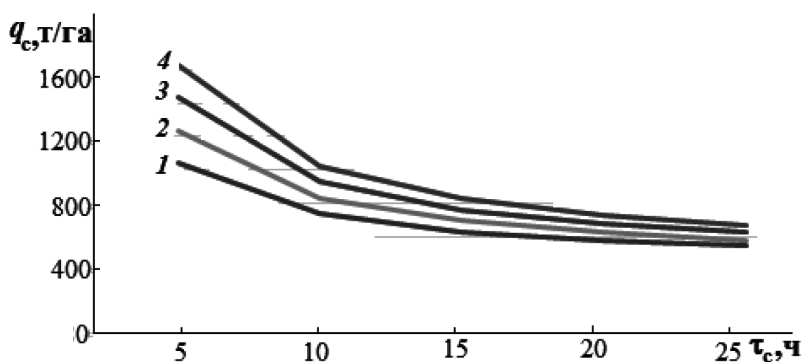


Рис. 2. Зависимость сезонных сборов торфа при различных длительностях цикла при начальной влажности: 1 – 82%, 2 – 78%, 3 – 74%, 4 – 70%

процессе сушки фрезерного торфа в толстых слоях очень быстро в течение первых часов сушки верхние тонкие слои до 8 мм пересыхают при мало изменяющемся их среднем влагосодержании. Такое изменение влагосодержания обусловлено ростом радиационного баланса до максимальной величины через 4–5 часов сушки с последующим его уменьшением на 4–6,6%, так как это происходит вследствие количественного изменения его составляющих.

Основной составляющей теплового баланса являются затраты на испарение влаги из сушимого слоя торфа. Они тем меньше, чем толще сушимый слой, что обусловлено значительными потерями тепла за счет турбулентного оттока [5].

Наибольшее использование тепловой энергии наблюдается при сушке торфа в тонких слоях. Исследованиями установлено, что при сушке крошкообразного фрезерного торфа в течение первых 4–5 ч радиационный баланс достигал максимума и затраты на испарение влаги составили 98–99%, поэтому после 5 ч сушки необходимо собрать весь высушенный торф, иначе тепловая энергия переходит в подстилающий слой залежи, если торф фрезеруется тонкими слоями, или тепло переходит в подстилающий толстый слой крошки и там аккумулируется для последующих циклов сушки.

Если высохший верхний слой торфа не собрать, то он становится изолирующим слоем, препятствующим сушке нижележащих слоев торфа. Поэтому при сушке 10 и 20 ч сборы торфа за одно и то же время (20 ч) меньше, чем при сушке длительностью в 5 ч.

Тепло $Q = Q_{\text{гл}} + Q_{\text{ак}}$, получаемое слоем фрезерной торфяной крошки, затрачивается на испарение из него влаги, турбулентный отток в окружающую атмосферу, перераспределение

его в нижележащие слои $Q_{\text{гл}}$ и теплоаккумуляцию $Q_{\text{ак}}$.

Сезонные сборы могут быть увеличены за счет цикловых сборов при сушке торфа в толстом слое с послойной уборкой, из-за повышения радиационного баланса верхнего слоя, с помощью операции ворошения и рыхления, сокращающих продолжительность сушки торфа примерно до 30%, соответственно растут и его сборы.

Длительность сушки фрезерного торфа зависит от технологических факторов: удельной загрузки P_c , начального W_H и конечного W_K влагосодержаний, а также от радиационного баланса R_B и удельной теплоты испарения α_R

$$\tau = \frac{P_c}{\alpha_R(R_B - Q)}(W_H - W_K).$$

Цикловой сбор торфа возрастает при увеличении длительности сушки торфа, радиационного баланса, интенсивности испарения влаги и снижении теплового потока.

Для прогнозной оценки цикловых сборов торфа в зависимости от технологических, тепло-радиационных факторов и времени сушки функционально-связанных характеристик можно рекомендовать к использованию уравнение:

$$q = q_0 \frac{W_H}{W_K} + \frac{\tau(1 + W_y)\alpha_R(R_B - Q)}{W_K}.$$

Таким образом, оптимизировать торфяное производство возможно применением в технологии сушку торфа на азированном подстиле при уборке тонкими слоями пневматическим способом по мере его подсыхания, так как при этом возрастают максимально сезонные сборы фрезерного торфа различного назначения с одного гектара производственных площадей.

1. Яблонев А.Л., Пухова О.В. Современные направления использования торфа // Вестник ТГТУ. – 2010. – № 17. – С. 104.
2. Afanas'ev A.E., Gamayunov S.N., Misnikov O.S. Structurization processes during of sarpopels with varying ash content // Colloid Journal. – 1999. – Т. 61. – № 3. – Рр. 274–279.
3. Антонов В.Я., Гамаюнов Н.И., Ильина Г.Е. Сушка фрезерного торфа при коротких циклах добычи // Торфяная промышленность. – 1968. – № 2. – С. 7–10.
4. Афанасьев А.Е., Столбикова Г.Е. Интенсификация сушки торфа в полевых условиях / Сборник трудов межрегиональной научно-технической конференции, посвященной 90-летию Тверского государственного технического университета. Том 1. – Тверь, 2012. – С. 125–129.
5. Afanasev A.E., Misnikov O.S. Estimation of structural characteristics during drying of moded organic and organomineral biogenic materials / Theoretical Foundations of Chemical Engineering – 2003 – Т. 37 – № 6 – pp. 582–589. **IVAS**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Иванов Валерий Андреевич – аспирант, e-mail: peatro@gmail.com,
 Столбикова Галина Евгеньевна – кандидат технических наук, доцент,
 e-mail: peatro@gmail.com,
 Горелова Светлана Евгеньевна – студентка, e-mail: peatro@gmail.com,
 Тверской государственный технический университет.

UDC 552.578.3 001

IMPACT OF INITIAL MOISTURE CONTENT AND TIME OF DRYING ON MILLED PEAT HARVESTING

Ivanov V.A., Graduate Student, e-mail: peatro@gmail.com,
 Stolbikova G.E., Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, e-mail: peatro@gmail.com,
 Gorelova S.E., Student, e-mail: peatro@gmail.com,
 Tver State Technical University, Tver, Russia.

The study shows the results of full factorial experiment on the impact of initial moisture content and drying on a aerate bedding on the volume of milled peat harvesting. We obtained regression equations of dependence of the initial moisture content and drying time on the collection of milled peat. The research provides a theoretical dependence of indicators needed for obtaining numeric data of a cycle harvest. Specific drying conditions of milled peat are used for predictive assessment of basic technological parameters.

Key words: milled peat, cycle harvest, initial moisture content, drying time, spreading.

REFERENCES

1. Yablonev A.L., Pukhova O.V. *Vestnik TGTU*. 2010, no 17, pp. 104.
2. Afanas'ev A.E., Gamayunov S.N., Misnikov O.S. Structurization processes during of sarpopels with varying ash content. *Colloid Journal*. 1999. T. 61, no 3. pp. 274–279.
3. Antonov V.Ya., Gamayunov N.I., Il'ina G.E. *Torfyanaya promyshlennost'*. 1968, no 2, pp. 7–10.
4. Afanas'ev A.E., Stolbikova G.E. *Sbornik trudov mezhhregional'noi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii, posvyashchennoi 90-letiyu Tverskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, t. 1 (Proceedings of Regional Scientific Conference Dedicated to the 90th Tver State Technical University Anniversary, vol. 1), Tver, 2012, pp. 125–129.
5. Afanasev A.E., Misnikov O.S. Estimation of structural characteristics during drying of moded organic and organomineral biogenic materials. *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*. 2003, vol. 37, no 6, pp. 582–589.

