

## **МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ «ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЩАДЯЩИХ» ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ ТОРФА**

**Гнеушев В.А., Стадник А.С., Филипчук В.Л.**

*Национальный университет водного хозяйства и природопользования,  
г. Ровно, Украина*

*В статье приведены методологические и научные основы создания технологий и оборудования для добычи и переработки торфа, которые способствуют сохранению торфяного фонда и обеспечению экологической безопасности региона за счет сохранения биосферных функций торфяно-болотных комплексов.*

Многогранные биосферные функции торфяных месторождений играют значительную роль в поддержании экологического равновесия на объектном, местном, региональном и даже планетарном уровнях [1]. Некоторые из этих функций (биологическая, аккумулятивная, межкруговоротная, ландшафтная) являются незаменимыми, они присущи только торфяно-болотным комплексам, и никакие другие местообитания на суше – леса, луга, степи, сельскохозяйственные угодья не способны их выполнять [2]. Вполне понятна озабоченность экологов и их желание сохранить торфяно-болотный фонд в естественном состоянии, поскольку для прекращения выполнения им большинства биосферных функций достаточно даже одного техногенного фактора – осушения торфяника. Но с развитием человеческого общества торфяно-болотные комплексы приобрели новые, природно-хозяйственные функции, способствующие экономическому и культурному развитию человечества. Поэтому более реальный путь – это поиск компромисса, разработка «экологически щадящих» технологий и машин для добычи торфа, причем добычи в масштабах, являющихся биосферно совместимыми, и по таким схемам, которые обеспечивают возобновляемость запасов торфа на подконтрольной территории.

Почему не ставится вопрос о создании «экологически безопасных» технологий и машин? Потому, что добыча торфа обязательно предполагает его извлечение, экскавацию, т.е. нарушение целостности торфяного тела. Поскольку физические свойства стратиграфических горизонтов торфа в залежи в каждый момент времени зависят от механического состояния всего торфяного тела [3], то и биосферные функции разрабатываемого торфяника изменяются, и не в лучшую сторону. Поэтому для каждого отдельно взятого торфяного месторождения реально актуальным является создание именно «экологически щадящих» технологий и оборудования для добычи торфа.

Известно, что осушение торфяников является не только главной причиной потери ими многочисленных биосферных функций, но и факто-

ром реальной угрозы самого их дальнейшего существования [1]. Поэтому наиболее радикальным вектором усовершенствования технологий добычи торфа являются разработка торфяных месторождений без их осушения. На первый взгляд, предложение абсурдное: осушение торфяника – это первый этап освобождения торфа от главного балласта – воды, а также создание условий для передвижения техники по торфяной залежи, которая даже в осушенном состоянии является легкодеформируемым основанием. Но обе проблемы могут быть смягчены при экскавации торфа в зимний период: влага удаляется из блоков добытого торфа путем вымораживания (сублимации), а промерзшая торфяная залежь имеет несущую способность, достаточную для перемещения машины, оснащенной специальным резаком (например, конструкции Steba или Tulgus AB). Однако таким способом можно добыть волокнистый торф верхового типа, предназначенный для приготовления растительных субстратов, посадочных смесей, используемый в ландшафтном дизайне. Учитывая то, что 96 % украинского торфа относится к низинному типу, а добыча ведется преимущественно фрезерным способом на топливо, следует признать, что опыт зимней добычи в данном случае малоперспективен.

Как уменьшить негативное влияние осушения торфяного месторождения на экологию самого торфяника и прилегающей территории? Реальный путь – уменьшение осушаемой площади при одновременном и соответствующем увеличении сезонного сбора торфа с единицы площади. Плановый сезонный сбор рассчитывается по формуле [4]

$$q_c = q \cdot n,$$

где  $q$  – цикловой сбор фрезерного торфа условной (40 %) влажности, т/га;  $n$  – плановое количество технологических циклов за сезон. Как следует из формулы, сезонный сбор может быть увеличен при возрастании циклового сбора и (или) количества циклов.

Плановый цикловой сбор зависит от глубины фрезерования торфяной залежи  $h$ , ее плотности  $\gamma$ , начальной  $w_n$  и условной  $w_y$  влажности торфа, а также от коэффициента сбора фрезерного торфа  $\alpha$ , который учитывает потери фрезерной крошки при сушке и уборке [4]:

$$q = \frac{h \cdot \gamma \cdot (100 - w_n)}{100 - w_y} \alpha.$$

Глубина фрезерования является нормативным показателем и ее близость к оптимуму подтверждена многолетним опытом: именно при  $h = 12$  мм в климатических условиях Украины удается получить наиболь-

ший сезонный сбор торфа. На величину циклового сбора также влияет степень осушения торфяной залежи: чем меньше начальная влажность  $w_n$ , тем больше  $q$ . Но наибольший потенциал повышения циклового сбора имеет коэффициент  $\alpha$ , нормативные значения которого для низинного торфа приведены в таблице [4]:

Таблица. Нормативные значения коэффициента сбора фрезерного торфа

Средняя степень разложения торфа в слое залежи, снимаемом за сезон, %	Пнистость слоя торфяной залежи глубиной до 0,5 м, %	Значения коэффициента сбора $\alpha$ в годы эксплуатации площадей:		
		первый	второй	последующие
До 30	До 1	0,55	0,60	0,65
	Свыше 1	0,50	0,55	0,60
Свыше 30	До 1	0,60	0,65	0,70
	Свыше 1	0,55	0,60	0,65

Как следует из приведенных в таблице чисел, современные добывающие комплексы «имеют право» терять от 30 до 45 % торфяной крошки! Анализ потерь показал, что в наибольшей мере торф теряется при выполнении операции валкования, т.е. при перемещении торфа из расстила в компактный валок для дальнейшей его уборки. Мелкие частицы торфа, проскакивая в зазор между нижней кромкой валкующей плоскости и поверхностью поля, не попадают в валок. Более плотное прижатие отвала валкователя к поверхности залежи ведет к подфрезеровыванию последней, что имеет следствием повышение средней влажности материала в валке. Двух-трехчасовой технологический разрыв между операциями валкования и уборки лишь частично улучшает положение: влажные частицы торфа, хаотически размещенные по всему сечению валка, не имеют надлежащих условий для достижения нормативной влажности.

Одним из авторов (в соавторстве) был предложен способ формирования валка и устройство для его осуществления [6], позволяющие значительно сократить потери и снизить влажность убираемого торфа (рис. 1).

Расстил фрезерной крошки толщиной  $h_p$  условно разделяется на два слоя: сухой верхний и более влажный нижний.

Принципиально, валкование происходит следующим образом: валкующие кромки первых отвалов 1 снимают лишь верхний слой расстила толщиной  $h_1$  и образуют первичный валок 2 сухого торфа. Вторые отвалы 3 перемещают весь оставшийся слой расстила  $h_2$  в валок 4, размещая эти более влажные частицы поверх первичного валка 2. Этим создаются хорошие условия для быстрого испарения из них влаги: контакт частиц с залежью отсутствует, а сухие частицы не затрудняют аэрации сушеного слоя и не препятствуют солнечным лучам прогревать валок.

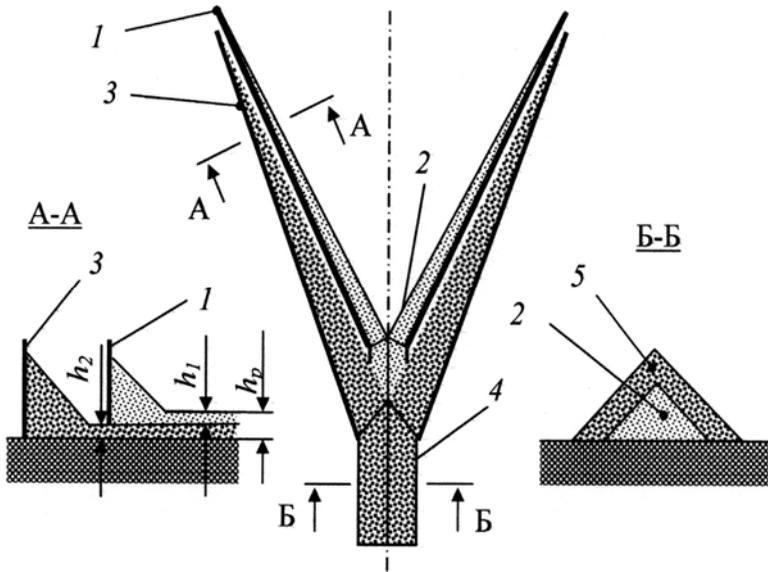


Рис. 1. Схема формирования двухслойного валка

Эксперименты и эксплуатация опытного образца валкователя на протяжении сезона добычи в условиях действующего производства показали, что потери при валковании не превышают 10 %, а влажность убираемого торфа снижается на 4-7 %. Из этого следует, что только за счет снижения потерь торфа величина его сезонного сбора возрастает в 1,3-1,6 раза. Соответственно, сокращается необходимая площадь участка добычи. Если же учесть, что снижение влажности торфяного сырья на 1 % повышает производительность торфобрикетного завода на 2-3 %, то достигнутое уменьшение влажности фрезерного торфа обеспечивает прибавку производительности завода по брикету от 8 до 21 %. В общем итоге, благодаря внедрению предложенной технологии валкования, может быть достигнуто уменьшение необходимой площади полей добычи в 1,4-1,9 раза без снижения объема производства торфобрикета. Вполне понятно, что такое сокращение осушаемых и разрабатываемых площадей уменьшает техногенную нагрузку на торфяник и способствует сохранению его природных биосферных функций. С сожалением следует отметить, что изложенный принцип валкования до сих пор не получил надлежащего конструкторского воплощения и широко не применяется.

Вопрос полноты выработки месторождений также имеет непосредственную связь с размерами эксплуатационных площадей: чем больше запасов торфа освоенных месторождений остаются невыработанными, тем больше новых площадей осушаются и вовлекаются в сферу производства, утрачивая свои полезные биосферные функции и эмитируя диоксид углерода в атмосферу. Одной из весомых причин неполноты срабатывания пласта торфа является повышенная зольность придонных слоев залежи. Не всегда востребованным оказывается и верхний слой торфяной залежи, разрабатываемый в первый год эксплуатации торфяного месторождения. Особенно это касается тех торфяников, которые до начала промышленной разработки использовались в качестве сельхозугодий: осушение и много-разовая вспашка, боронование, культивация поверхностного слоя приводят к окислению органической составляющей торфа, его минерализации, т.е. повышению зольности пласта. Улучшить ситуацию позволяет обогащение фрезерного торфа путем его обеззоливания. Проведенные нами исследования показали, что зольность большинства некондиционных торфов может быть понижена до 10-14 % [7]. Разработаны способ обогащения высокозольного фрезерного торфа путем его пневматической сепарации [8], устройство для вибросепарации измельченного торфа [9], способ изготовления торфосодержащего топлива из низкоконтинентного сырья [10]. Некоторые элементы заявленных технологий прошли успешную апробацию и внедрены в производство.

Показанная на рис. 2 принципиальная схема снижения зольности фрезерного торфа методом пневматической сепарации в процессе его искусственной сушки внедрена в 2011 году на Маневичском торфозаводе государственного предприятия «Вольньторф» и позволила снизить зольность торфобрикета на 4-6 %. Из бункера сырья 1 фрезерный торф 2 подается в подсушивающий рукав, где встречается с дымовыми газами 4, генерируемыми технологической топкой 3. Образовавшаяся торфо-газовая смесь 5 движется через шахтномельничную сушилку в газоход 6, на котором установлена пневмосепарационная камера 7. Частицы зольного торфа имеют большую плотность и высокую скорость витания, поэтому осаждаются в камере интенсивнее, чем малозольные частицы с малой плотностью и низкой скоростью витания. Осевший в бункере торф повышенной зольности 8 питателем 10 направляется в технологическую топку 3 для сжигания, а сухой торф пониженной влажности 9 подается на прессование.

Все вышеизложенное несет не только техническую информацию, но также иллюстрирует многогранность влияний технологий добычи и переработки торфа на экологию торфяно-болотных комплексов, на их сохранность и выполнение ими незаменимых биосферных функций. Можно и нужно говорить о «щадящих» технологиях, но правдой является то, что

для каждого отдельно взятого торфяного месторождения понятия «добыча торфа» и «экологическая безопасность торфяника» пребывают в непримиримом противоречии или просто несовместимы.

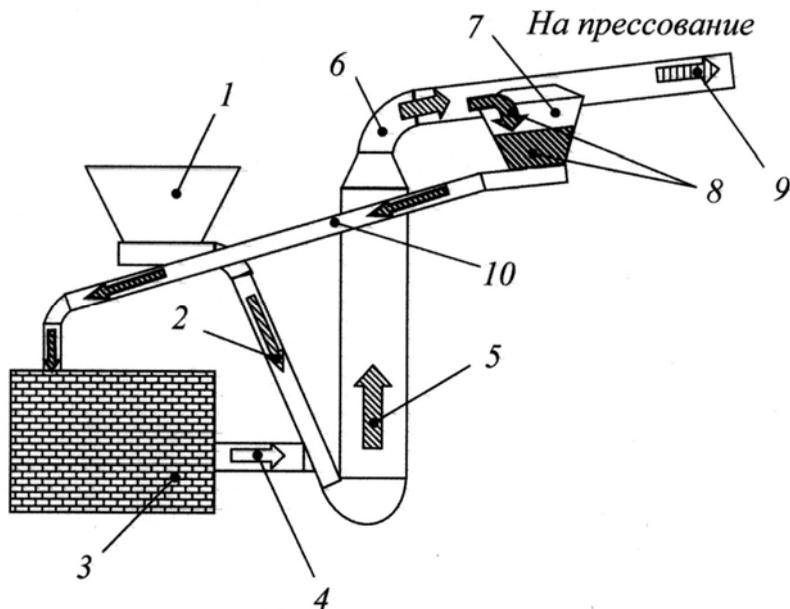


Рис. 2. Схема снижения зольности фрезерного торфа в процессе его искусственной сушки

Вопрос экологической безопасности целесообразно ставить на уровне региона, в масштабе торфяного фонда страны, имея в виду создание системы комплексного использования торфяных ресурсов, управления ими с учетом создания условий для их возобновления. Именно возобновляемость является основой и главным признаком экологической безопасности (сохранности) собственно торфяных ресурсов и выполнения свойственных им биосферных функций – неотъемлемой составляющей экологического равновесия различных уровней.

Возобновляемость торфяных ресурсов может быть достигнута при организации управления в торфяном регионе по аналогии с управлением лесным хозяйством, когда вырубка и восстановление леса сбалансированы таким образом, что средний размер деревьев и запасы древесины на подконтрольной территории остаются неизменными. Эксплуатация торфяно-

го фонда региона должна быть организована также в виде цикла и таким образом, что работы по подготовке месторождений к разработке, добыче торфа, повторному заболачиванию (реабилитации и ренатурализации торфяников) осуществляются в таких последовательностях и объемах, что суммарные запасы торфа в регионе остаются неизменными.

Понятно, что предлагаемая схема эксплуатации торфяных ресурсов региона требует изменения соответствующей идеологии, более высокого уровня управления, чем это имеет место сегодня.

**Выводы.** Целесообразны два направления деятельности по сохранению торфяного фонда и обеспечению экологической безопасности в регионе:

1) разработка «экологически щадящих» технологий и оборудования для добычи и переработки торфа;

2) разработка системы биосферно совместимого использования торфяного фонда с учетом обеспечения его возобновляемости и сохранения полезных экологических функций.

Первое направление способствует снижению уровня техногенных воздействий на торфяно-болотные комплексы региона, а реализация второго позволяет радикально решить вопрос сохранности торфяных ресурсов и их роли в обеспечении экологической безопасности на различных уровнях.

#### Литература

1. Гнеушев В.А. Торф как местное топливо и фактор экологической безопасности / В.А. Гнеушев // Уголь Украины. – 2013. – № 4. – С.47-50.
2. Бамбалов Н.Н. Роль болот в биосфере / Н.Н. Бамбалов, В.А. Ракович. – Минск: Бел. наука, 2005. – 285 с.
3. Панов В. В. Геоэкологические основы регенерации торфяных болот : дис. ... д-ра геогр. наук : Д 25.00.36 / Панов Владимир Владимирович. – Тверь, 2003. – 339 с.
4. Справочник по торфу / Под. ред. А.В.Лазарева и С.С.Корчунова. – М: Недра, 1982. – 760 с.
5. Гнеушев В.А. Удельные энергозатраты как критерий прогрессивности технических решений / В.А. Гнеушев, В.А. Стриха // Уголь Украины. – 2007. - № 2. – С. 21-23.
6. А.с. 1687788 СССР, МКИ<sup>3</sup> Е 21 С 49/00. Способ валкования фрезерного торфа и устройство для его осуществления [Текст] / В.А. Гнеушев, А.К. Бавуто, В.А. Стриха (СССР). – № 4719928/ 03; заявл. 18.07.89; опубл. 30.10.91, Бюл. № 40. – 2 с.
7. Гнеушев В.А. Украинский торф: некоторые проблемы и перспективы / В.А. Гнеушев, А.С. Стадник // Уголь Украины. – 2011. - № 11. – С. 50-52.
8. Пат. 58369 Україна, МПК С10F 7/00, В07В 4/00, В07В 7/00. Спосіб збагачення високозольного фрезерного торфу шляхом пневматичної сепарації [Текст] / Гнеушев В.О., Стадник О.С. (Україна); заявник і патентовласник Нац. ун-т водного госп-ва та природокористування; № u201011326; заявл. 23.09. 2010; опубл. 11.04. 2011, Бюл. № 7. – 2 с.

9. Пат. 64397 Україна, МПК , В03В 4/00, В07В 13/00, С10F 7/00. Пристрій для вібросепарації подрібненого торфу [Текст] / Гнеушев В.О., Стадник О.С. (Україна); заявник і патентовласник Нац. ун-т водного госп-ва та природокористування; № u201103648; заявл. 28.03. 2011; опубл. 10.11. 2011, Бюл. № 21. – 2 с.

10. Пат. 78824 Україна, МПК, С10F 7/00, С10L 5/02. Спосіб виготовлення торфовмісного палива з низькокондиційної сировини [Текст] / Гнеушев В.О., Стадник О.С., Пахалюк Л.В. (Україна); заявник і патентовласник Нац. ун-т водного госп-ва та природокористування; № u201201103; заявл. 03.02.2012; опубл. 10.04.2013, Бюл. № 7. – 2 с.

УДК 622.331

## **ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВЫСОКОЗОЛЬНОГО ТОРФА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СЕПАРАЦИИ**

**Стадник А.С., Гнеушев В.А., Рыбак И.И.**

*Национальный университет водного хозяйства и природопользования,  
г. Ровно, Украина*

*Исследована зависимость эффективности пневматической сепарации высокозольного торфа от влажности. Показано, что эффективность сепарации снижается при достижении некоторой критической влажности торфа, которая зависит от показателей его качества, параметров частиц и динамического режима сепарации.*

Геологические запасы торфа в Украине составляют 2,17 млрд. т условной влажности. Годовая добыча торфа достигает 0,7-0,8 млн. т. Использование торфа в качестве альтернативного топлива стимулируется рядом государственных документов и программ Украины. В то же время, более половины запасов этого полезного ископаемого в нашей стране имеют зольность, превышающую допустимое значение для топливного торфа. Одним из радикальных способов расширения ресурсной базы топливного торфа является обогащение высокозольных торфов, в частности – путем пневматической сепарации в технологической схеме производства торфяной продукции, главным образом – брикетов и пеллет посредством обогащения и кондиционирования торфа по зольности.

Исследования по пневматической сепарации выполнены и опубликованы в трудах советских ученых А.М. Зальцмана, Н.В. Кислова, Ф.С. Яцевича [1–3] и др. Большинство работ касается эффективности пневматической сепарации измельченного торфа и других показателей этого процесса. Влияние влажности на процессы сухой сепарации полезных ископаемых объяснены с помощью контактно-стыковой модели Верхотурова М.В. [4].

Качество пневматической сепарации торфа некоторого класса крупности начинает снижаться при достижении определенной влажности торфа, которая называется критической  $w_0$ . Значение критической влажности зависит от количества влаги связанной материалом и от динамического