

3. Электронный ресурс: <https://www.jkf.dk/da-dk/produkter/ventilatorsystemer/> – Дата доступа: 14.10.2019.

4. Электрон. ресурс: <https://www.pzem.ru/catalog/apparaty-teploobmennye-i-puchki-trubnye/> – Дата доступа: 05.10.2019.

5. Электрон. ресурс: <https://opeks.energy/kozhuxotrubnye-teploobmenniki/> – Дата доступа: 09.10.2019.

УДК 622.331:631.895:621.704

## **РАЦИОНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МАЛОТОННАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА ФРЕЗЕРНОГО ТОРФА**

**Гамаюнов С.Н., Зюзин Б.Ф.**

*Тверской государственный технический университет*

*Обоснована необходимость в разработке рациональной технологии малотоннажного производства фрезерного торфа для локального потребления. Предложено адаптировать широко распространенную промышленную технологическую схему с отдельной уборкой из наращиваемых валков, в которой предполагается разработать и использовать машины и агрегаты многоцелевого назначения. Показано, что решение задачи сплошного фрезерования торфяной залежи вместе с пнями представляется реальным. Адаптивная технологическая схема позволит одним комплексом оборудования производить торф различного условного качества и в сравнительно малых объемах.*

Рациональная технология производства торфа на сравнительно небольших месторождениях должна предусматривать машины и оборудование, значительно отличающееся от техники, которая применяется для производства торфа промышленными предприятиями. Однако для многих современных и вновь вводимых производств по переработке и использованию торфа требуются сравнительно небольшие объемы поставок сырья и топлива [1]. На рынке оборудования нет комплексов машин по малотоннажному производству торфа. Получать торф с различной условной влажностью одним и тем же комплексом механизации можно только при существенной модернизации промышленной технологической схемы производства торфа с отдельной уборкой из наращиваемых валков, что влечет за собой разработку и использование машин и агрегатов многоцелевого назначения.

Широко известные в стране комплексы оборудования по производству фрезерного торфа наиболее оптимально по эко-

номическим показателям использовать на участках площадью 500 ... 550 га [2]. Однако эксплуатация участков малых площадей до 100 га, связанное с решением локальных задач по производству торфа как для топлива, так и сельского хозяйства, становится весьма актуальным для многих регионов страны.

На рынке торфяного оборудования нет комплексов техники по малотоннажному способу производства торфа, и которые можно было бы эксплуатировать на небольших по площади месторождениях [3]. Поэтому необходимо разработать малотоннажную технологию производства и соответствующую схему механизации, с помощью которой можно было бы изготавливать торфяную продукцию как для энергетических целей и подстилки (с условной влагой  $\omega_y = 40\%$ ), так и сельскохозяйственный торф с  $\omega_y = 55\%$  (для компостирования, озеленения, приготовления грунтов и удобрений и т. п.), а также повышенной влагой ( $\omega_y = 65\%$ ) с возможностью его получения одним комплексом оборудования [4].

Если оценивать возможность производства торфа с различной условной влагой в зависимости от требований потребителя одним и тем же комплексом механизации, то наиболее приемлемым вариантом является промышленный фрезерный способ производства торфяной продукции [5]. Считается и не без основания, что наиболее прогрессивной на сегодняшний день является промышленная технологическая схема с раздельной уборкой из наращиваемых валков [6]. Ее концепция была предложена в 1968 году сотрудниками ВНИИТП, а в 1980-х годах эта технологическая схема была ими испытана и усовершенствована [7]. В Финляндии, развивая эти идеи, разработали высокопроизводительный комплекс средств его механизации – метод Хаку.

Одним из направлений снижения себестоимости производства торфа при малых масштабах производства является применение наиболее простой технологии и дешевого доступного оборудования [8]. Поэтому в перспективных машинно-технологических схемах однооперационные агрегаты должны быть по возможности заменены универсально-комбинированными. Кроме того, необходимо стремиться к выбору минимального числа марок, максимально используя универсальные машины. Таким образом, при адаптации технологии производства фрезерного торфа по методу Хаку для работы на участках малой мощности следует предусмотреть:

- возможность максимального использования оборудования в течение года;
- снижение количества разнотипной техники;
- расширение функций комбинированных агрегатов;
- применение универсальных транспортных средств.

Как и в базовой схеме в разрабатываемом технологическом процессе производства торфа предполагается использовать машины, агрегируемые с энергонасыщенными колесными тракторами. Естественно и оборудование будет иметь сравнительно высокую производительность. Тогда, чтобы оно не простаивало при малых объемах производства, нужно стараться, чтобы эти машины комплекса выполняли как можно больше технологических операций, что предполагает создание и использование оборудования многоцелевого назначения.

Это можно осуществить, если погрузчик будет выполнять не только уборку торфа из валков в прицепы, но и задействован как штабелирующая машина, а также круглогодично использоваться для погрузки торфа из штабелей в транспортные средства для поставки к месту потребления. Для этого нужно разработать новую прицепную погрузочную машину – многоцелевой погрузчик (МЦП) непрерывного действия производительностью до 700 м<sup>3</sup>/ч, агрегируемый с полноприводным колесным трактором «Беларус» (МТЗ) 1221.

Погрузчики непрерывного действия – это самоходные конвейеры с самозагрузкой, предназначенные для погрузки и транспортирования сыпучих и мелкокусковых грузов из штабелей и отвалов, имеют по сравнению с одноковшовыми погрузчиками большую производительность, меньшую энерго- и металлоемкость. Их рабочее оборудование: питатель нагребавшего или зачерпывающего типа, транспортирующий орган, то есть основной конвейер (ковшового, ленточного, скребкового и др. типов), и отвальный орган, состоящий обычно из вспомогательного ленточного конвейера или поворотного лотка.

Другой резерв по совмещению операций – использовать такие тракторные прицепы, которые позволили бы транспортировать торф не только с производственных полей, а также в межсезонье – доставлять продукцию к месту потребления. Поэтому нужно продумать возможность применения специальных тракторных поездов при вывозке торфа с производственных полей, с возможностью выхода этих поездов на дороги общего пользования. На рынке сельскохозяйственной техники есть много

предложений по прицепах с широкопрофильными шинами низкого давления [9]. Заслуживает внимание тракторный прицеп «ISON-8515» грузоподъемностью 15 т и вместимостью до 25 м<sup>3</sup>, что позволяет транспортировать торф даже повышенной влажности. Эти прицепы, агрегируемые с колесными тракторами «Беларус» 1221, могут передвигаться как по производственным торфяным полям, так и по дорогам общего пользования [10].

Следует отметить тот факт, что до 34 % сметной стоимости производимого торфа приходится на подготовку и ремонт производственных площадей [11], одной из составляющих которого является регулярное проведение работ по извлечению пней из верхнего слоя торфяной залежи путем корчевки, уборки и вывозки пней. Поэтому одним из путей снижения себестоимости производимого фрезерного торфа является разработка пнистых залежей без предварительного корчевания.

Понятно, что использовать высокопроизводительную технику по корчеванию полей и производству торфа на малоконтурных месторождениях нецелесообразно, так как их потенциальные качества не получают полной реализации на мелких участках, и, как показывает практика, приводит к высокой себестоимости продукции. Поэтому для разработки небольших торфяных месторождений необходимо спроектировать и изготовить комплект многофункционального оборудования, в состав которого будет входить фрезерный барабан, позволяющий измельчать торфяную залежь вместе с пнями.

Таким образом, еще одной возможностью по снижению количества технологического оборудования является расширение функций, выполняемых трактором, используемым на совмещенной операции рыхление–валкования. Для активного рыхления (фрезерования) залежи без предварительного извлечения из нее пней необходимо будет разработать следующее устройство.

Мысль о сплошном фрезеровании залежи вместе с пнями возникла давно [12]. Утвердилось мнение, что сплошное фрезерование не может быть осуществлено из-за слишком большой затраты энергии, и поэтому оно не представляет практического интереса. Однако работами Московского торфяного института подтвердилась целесообразность решения задачи сплошного фрезерования залежи вместе с пнями, потому что только при таком методе разработки создаются предпосылки для совершенствования технологического процесса производства фрезерного торфа.

Одним из препятствий для сплошного фрезерования торфяной залежи и древесных остатков, включенных в ней в виде пней, стволов и отдельных кусков, является то, что под воздействием ножей фрезы куски древесины могут подхватываться ими и выбрасывается из залежи, а также тем, что направления волокон древесины относительно режущей кромки ножа может быть самым разнообразным. Для частичного устранения этих недостатков, в машине применен передвигаемый по залежи ползун, укрепленный на раме машины впереди фрезерного барабана. Этот ползун служит опорой для барабана и обеспечивает улучшение условий измельчения древесных включений вместе с торфом – он удерживает находящиеся в залежи древесные включения и предохраняет их от подхватывания ножами фрезы и последующего их выбрасывания. Кусок дерева после ряда проходов фрезы будет почти целиком измельчен.

В работе [13] предложен способ разработки пнистых залежей без предварительного корчевания, использующее качественно другую конструкции фрезера. Предлагаемое устройство для фрезерования торфяной залежи включает установленную на тягаче центральную раму, связанную с фрезерующим рабочим органом. Последний выполнен в виде закрепленных на балке последовательного ряда дисков с режущими элементами режущих элементов, установленных на вертикальных валах. Кромки режущих элементов установлены на торце дисков консольно. Консольные части режущих элементов каждого диска расположены в межрежцовых пространствах соседнего диска. Для обеспечения вращения в противоположные стороны групп фрезерующих дисков, находящихся по разные стороны от оси центральной рамы, одна из групп шестерен редуктора привода дисков имеет дополнительную шестерню. Рабочий орган перемещается вдоль вертикальных направляющих вверх и вниз в зависимости от требуемой глубины фрезерования. При вращении дисков и их поступательном перемещении резцы срезают слой торфа установленной глубины и толщины, зависящей от скорости движения устройства. Предполагается, что этот механизм для разработки пнистых залежей с успехом может использоваться и на восстановлении заросших производственных площадях. Однако вызывает сомнение работа такого устройства на поверхности торфяной залежи без предварительной тщательной планировки поверхности карт.

Предлагается разработать агрегат, состоящий из двух секций, которые будут за один проход машины фрезеровать полосу шириной 4,7 м. Известно, что агрегаты с большей шириной захвата требуют особых устройств для копирования поверхности поля и характеризуется малой маневренностью, большой металлоемкостью, недостаточной надежностью в работе и трудоёмкостью обслуживания. Кроме того, предлагается в конструкции фрезерного барабана предусмотреть возможность его использования в качестве бровкореза и частично профилировщика залежи вдоль картовых канав.

Вопрос о конструкции режущих ножей фрезера, материала из которого их изготавливают, а также расположение на барабане имеет большое значение для эксплуатации агрегата по фрезерованию [14]. Правильное решение вопроса о ножах фрезы может значительно улучшить показатели сплошного фрезерования пнистой торфяной залежи.

Вследствие большой разницы в затрате энергии на фрезеровании торфа ( $0,86 \text{ МДж/м}^3$ ) и торфа с древесными включениями ( $5,76 \text{ МДж/м}^3$ ), а также неравномерности распределения древесных включений в слое фрезерования степень неравномерности нагрузки гидромотора фрезы только за счет увеличения массы фрезерного барабана, радиус которого ограничен конструктивными соображениями, нерационально. Для устранения перегрузки гидромотора при встрече фрезерного барабана с большим скоплением древесных остатков и блокировки его, что вызывает простои, привод фрезы целесообразно осуществлять от двух гидромоторов, объединенных одной гидравлической системой. Когда фреза барабана режет залежь с малым содержанием пня, происходит подключение одного гидромотора. При перегрузке его автоматически включатся второй. Режим работы двух гидродвигателей будет более благоприятен, чем одного с той же суммарной мощностью.

Таким образом, применение фрезерующего агрегата для послойно-поверхностного разрыхления торфяной залежи вместе с пнями позволит существенным образом упростить разработку торфяных месторождений. Использование метода сплошного фрезерования залежи особо значимо для торфопредприятий средней и малой мощности. Исключаемые дорогостоящие операции по извлечению и уборке древесных включений из верхнего разрабатываемого слоя торфяной залежи позволят сократить себестоимость производимой торфяной продукции.

Рассмотренную выше единицу техники с навесным оборудованием нужно также задействовать на операции сушки (ворошения) торфа. Для этого необходимо предусмотреть возможность быстрой замены всего навесного оборудования на этот трактор. Кроме того, этот трактор должен сравнительно легко оснащаться отвалом, чтобы оказывать помощь МЦП при погрузке торфа из штабелей, при расчистке дорог, уборке территорий и других хозяйственных работах, а также, что не менее важно, в качестве пожарной техники.

Исходя из этих положений, в разрабатываемой малотоннажной технологии производства фрезерного торфа вследствие применения наиболее простой технологии и универсально-комбинированных машин количество разнотипного оборудования будет сведено до минимума. Понятно, что количество единиц техники будет зависеть от программы производства, дальности вывозки и перевозки торфа, а также технических характеристик используемого оборудования.

Помимо использования погрузчика в технологической схеме производства торфа предлагаемый к разработке многоцелевой погрузчик можно будет применять при приготовлении органических удобрений и компостов (ранее для этих целей использовали ПНД-250), а также расчистки и уборки дорог от снега.

Таким образом, практика требует обратить внимание на потребности современного рынка производителей торфяной продукции, подстроить свои знания и опыт ученых и машиностроителей на создание инноваций в области производства торфа. Разработка небольших торфяных месторождений должна предусматривать машины и оборудование, значительно отличающееся от техники, которая применяется для производства торфа промышленными предприятиями.

Для возрождения производства доброкачественно торфа для нужд сельского хозяйства необходимо разработать многофункциональный погрузчик торфа, который в известной технологической схеме по производству торфа с отдельной уборкой из наращиваемых валков будет выполнять несколько технологических операций: погрузку торфа в стандартные прицепы, формирование штабелей и отгрузку потребителю.

Единичный комплекс оборудования малотоннажной технологии даст возможность производить 20 тыс. т/год фрезерного торфа условной влажностью как 40 и 55, так и 65 %. Кроме предприятий по производству и переработке торфа оборудование такой

адаптивной технологии может найти применения и в сельскохозяйственной отрасли.

### **Библиографический список**

1. Гамаюнов, С.Н. Тенденции производства и переработки торфа для нужд сельского хозяйства: монография / С.Н. Гамаюнов. Тверь: ООО Издательство «Триада», 2016. – 256 с.
2. Александров, Г.А. Повышение эффективности торфяного производства / Г.А. Александров, Ю.В. Калачев. М.: Недра, 1980. – 152 с.
3. Михайлов, А.В. Масштаб торфяного производства и комплектование оборудованием / А.В. Михайлов // Процессы и средства добычи и переработки полезных ископаемых: Сб. науч. тр. Минск: БНТУ, 2012. с. 63 – 67.
4. Гамаюнов, С.Н. Совершенствование средств механизации малотоннажной добычи торфа / С.Н. Гамаюнов, А.Н. Гамаюнова // Известия вузов. Горный журнал. 2014, № 1. – С. 4 – 12.
5. Васильев, А.Н. Перспективные технологии производства фрезерного торфа: Учебное пособие / А.Н. Васильев. 1-е изд. – Тверь: ТвГТУ, 2007. 184 с.
6. Смирнов, В.И. Современные подходы к градации производственных участков добычи фрезерного торфа / В.И. Смирнов, О.С. Мисников, О.В. Пухова // Горный журнал. 2014, № 7. – С. 67 – 72.
7. Кузнецов, Н.В. Научные основы создания средств комплексной механизации производства фрезерного торфа с раздельной уборкой из нарациваемых валков: дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.06 / Н.В. Кузнецов. СПб, 2003. – 482 с.
8. Гамаюнов, С.Н. Пути эффективного управления бизнесом на предприятиях торфяной отрасли: монография / С.Н. Гамаюнов, Б.Ф. Зюзин. Тверь: ТвГТУ, 2011. – 128 с.
9. Яблонев, А.Л. Пневматический колесный ход и особенности его взаимодействия с торфяной залежью: монография / А.Л. Яблонев. Тверь: ТвГТУ, 2011. – 168 с.
10. Яблонев, А.Л. Требования к тракторам для торфяной промышленности / А.Л. Яблонев // Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: МГГУ, 2010. № 2. – С. 38 – 40.
11. Сергеев, Ф.Г. Подготовка торфяных месторождений к эксплуатации и ремонт производственных площадей: учеб. пособие для вузов / Ф.Г. Сергеев. М.: Недра, 1985. – 256 с.



12. Сарматов, М.И. Разработка пнистых залежей путем сплошного фрезерования торфа с древесными включениями / М.И. Сарматов, Г.И. Кужман // Тр. Московского торфяного института. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1956. Вып. 4. – С. 39 – 69.

13. Шешин, Б.С. Торф и бизнес / Б.С. Шешин // Торф и Бизнес. 2006, № 3(5). – С. 15 – 17.

14. Самсонов, Л.Н. Фрезерование торфяной залежи / Л.Н. Самсонов. М., 1985. – 211 с.

УДК 622.331:622.271.9

## **ЗАВИСИМОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ УБОРКЕ ФРЕЗЕРНОГО ТОРФА ОТ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЦИКЛА**

**Купорова А.В., Беляков В.А., Болтушкин А.Н.**

*Тверской государственный технический университет*

*Проанализировано влияние продолжительности технологического цикла добычи фрезерного торфа на технологические, производственные и экономические показатели. Показано, что с увеличением продолжительности цикла цикловой сбор увеличивается в степенной зависимости, причем показатель степени  $n < 1$  ( $n = 0.45 \dots 0.6$ ). Количество циклов определяется количеством бездождных промежутков и их продолжительностью. При сокращении продолжительности цикла увеличивается сезонный сбор торфа, снижаются на 5...7% технологические затраты на производство 1 т готовой продукции. Однако, реализация коротких циклов (0,5 суток) сдерживается рядом технических и организационных трудностей.*

Производство фрезерного торфа осуществляется отдельными технологическими циклами. Каждый цикл начинается с фрезерования (экскавации) торфяной залежи и заканчивается уборкой готовой продукции в полевые единицы хранения. Принципиальное отличие производства торфяной продукции от добычи других полезных ископаемых заключается в удалении большого количества избыточной влаги. Так, например, при производстве фрезерного торфа для получения 1 т. готовой продукции удаляется до 9 т. воды. Причем от 4 до 6 т. воды удаляется при осушении торфяной залежи, а удаление остального количества воды происходит в процессе полевой сушки за счет лучистой энергии Солнца и тепла окружающего воздуха.