

## МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 622.232.73.054.36:622.641.033(045)(476)

## МАШИНА ДЛЯ ДОБЫЧИ КУСКОВОГО ТОРФА

Чистый В.И. (Инспекция охраны природных ресурсов и окружающей среды),  
Стасевич В.И. (Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Бела-  
русь), Чистый И.Н. (Иностранное предприятие «Малер-Инвест»)

*В статье рассмотрены результаты испытаний опытного образца машины МТК-1,3 для добычи кускового торфа фрезформовочным способом. Приведена техническая характеристика и основные технологические показатели работы машины МТК-1,3 с тракторами ДТ-75 и МТЗ 1523. Описаны особенности конструкции машины, назначение и работа всех узлов и агрегатов. Проведены сравнительный анализ работы МТК-1,3 с аналогичными машинами МТК-12, НТК, АНБ.*

## Введение

Вновь создаваемые машины любого технологического процесса по сравнению с существующими должны быть более надежными в работе, обеспечивать технологический процесс при меньшей энергоемкости, хорошем качестве продукции и снижении трудозатрат.

Для добычи кускового торфа ранее использовали мощный добывающий комплекс ТЭМП-ЭСМ. Это были высокопроизводительные машины, обеспечивавшие хорошее качество кускового торфа за счет оптимальной влажности при формовании и перемешивании сырья, извлекаемого из карьера.

Считалось, что качество (прочность) кускового торфа обеспечивается прежде всего механической переработкой. Но это не совсем так. Ныне работающие добывающие машины типа МТК-12 обеспечивают более высокую степень механической переработки торфа, но прочность кусков не повышается, а в некоторых случаях и снижается по сравнению с комплексом ТЭМП-ЭСМ. Практические результаты и научно-исследовательские работы свидетельствуют, что основное влияние на прочность куска при переработке и формовании оказывает исходная влажность (рисунок 1).

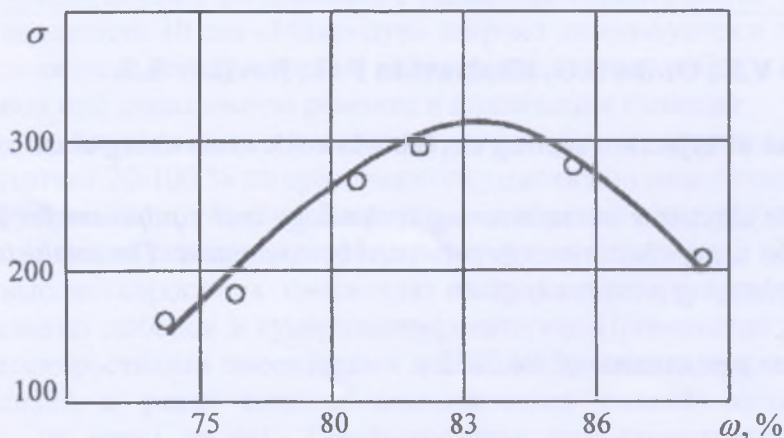


Рисунок 1 – Влияние исходной влажности на прочность торфяных кусков

При влажности 84-86 % перерабатываемая масса приходит в состояние близкое к двухфазному.

### Анализ работы современных машин

В ходе сушки кусков, сформованных при оптимальной влажности, под воздействием капиллярного давления усадочные процессы проходят более равномерно по всему объему куска.

При эксплуатации ТЭМП-ЭСМ залежь разрабатывалась на значительную глубину (до 4,25 м), где встречаются различные по ботаническому составу и степени разложения слои торфа. Усреднение качественных характеристик торфа при добыче за счет его перемешивания так же способствовало улучшению усадочных процессов в ходе сушки.

Несмотря на хорошее качество продукции и высокую надежность в работе, комплекс ТЭМП-ЭСМ в настоящее время для добычи торфа не применяется из-за высокой энергоемкости – 16,2 кВт·ч/т и больших трудозатрат – 0,28 чел.·час/т. Не в пользу этого комплекса свидетельствует его высокая металлоемкость – около 3,0 т/т и необходимость электрификации полей добычи.

Первоначально казалось, что с переходом на фрезформовочный способ добычи многие показатели можно улучшить и получить качественный и дешевый кусковой торф. Однако опыт эксплуатации машин типа МТК-12 свидетельствует, что наряду со многими положительными факторами фрезформовочному способу присущи и существенные недостатки. Прежде всего, современные добывающие машины не всегда обеспечивают нужное качество продукции и надежность в работе. У всех известных машин высокая энергоемкость процесса добычи и недостаточно высокая производительность.

В процессе разработки залежи щелевым способом фрезой из щели извлекается торф влажностью 80-83 %, а иногда и ниже. При щелевом фрезеровании верхнего слоя залежи получить оптимальную для формирования влажность практически невозможно. Торфяная масса становится трехфазной. Поры частично заполнены воздухом, что препятствует усадочным процессам и отрицательно сказывается на прочности кусков. Уплотнить торфомассу до состояния близкого к двухфазному можно, применив предварительное увлажнение, вибрацию, подогрев перерабатываемой и формируемой массы.

У всех добывающих машин типа МТК, НТК, АНБ при выходе из мундштука сформованный торфяной ручей «зависает» в воздухе и, достигнув некоторой критической длины, обламывается и падает на поверхность залежи в виде куска. Ручей обламывается по самой глубокой трещине, но в нем имеются трещины и до момента обламывания. Таким образом, в куске появляются трещины уже при формировании, и в ходе сушки они увеличиваются вплоть до разрушения куска. Выпадение осадков ускоряет развитие трещин. Кроме того, сформованная структура частично нарушается при падении куска на залежь. Уменьшить трещинообразование при формировании и выстилке кусков можно применением откладчиков и выстилающих лотков.

При формировании торфа пониженной влажности (80 % и менее) возрастает сопротивление продвижению торфа в мундштуках. Касательные напряжения в торфе у стенок мундштука часто превышают предельное напряжение сдвига, и скорость движения торфа в середине потока (формируемого ручья) становится выше, чем в пристенном слое. Это проявляется в отделении верхнего слоя торфа в ручье от основной массы, т.е. поверхность начинает «ершиться». Трещины от «ершения» так же способствуют разрушению куска при сушке. Уменьшить «ершение» и даже исключить его можно применением мундштуков с полиэтиленовыми вкладышами.

На всех известных машинах, как правило, установлены одновинтовые прессформователи с неразъемными мундштуками. Только у машин АНБ предусмотрена периодическая механическая очистка мундштуков. Даже частичное засорение остатками



древесины снижает противодействие в прессе. В связи с этим часть энергии расходуется на трение торфа о кожух, возрастает энергоемкость процесса. На привод машины с одновинтовым прессом производительностью 2,5-3 т/ч потребляется вся мощность трактора ДТ-75 (55 кВт). Энергоемкость процесса составляет около 19 кВт·ч/т.

### Опытный образец машины МТК- 1,3

На торфяном предприятии «Гуршовка» Минской области испытывался опытный образец добывающей машины, при проектировании и изготовлении которой мы попытались учесть недостатки существующих машин фрезформовочного способа добычи и по возможности устранить их.

#### Техническая характеристика опытного образца

Тип машины – полунавесная на трактор ДТ-75 (МТЗ-1523)

#### Фрезы дисковые:

|  |      |
|--|------|
| - количество, шт.                      | 4    |
| - диаметр по концам ножей, мм          | 1000 |
| - диаметр съемного ножа, мм            | 78   |
| - число ножей в плоскости резания, шт. | 18   |
| - частота вращения, с <sup>-1</sup>    | 3,0  |

#### Пресс винтовой сдвоенный:

|  |      |
|--|------|
| - диаметр винта, мм                    | 150  |
| - шаг винта, мм                        | 100  |
| - длина, мм                            | 1395 |
| - частота вращения, с <sup>-1</sup>    | 3,8  |
| - количество винтов, шт.               | 8    |
| - количество мундштуков разъемных, шт. | 14   |

#### Катки ходовые:

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| - диаметр, мм                     | 400  |
| - длина, мм                       | 1500 |
| - количество, шт.                 | 2    |
| - удельное давление на грунт, кПа | 40   |

Ширина стилки за один проход, м 1,3

Рабочая скорость машины, м/ч до 1200

Производительность, м<sup>3</sup>/ч 40-45 (60-65) м<sup>3</sup>/ч при w<sub>y</sub>=33 % 8-9 (12-13)

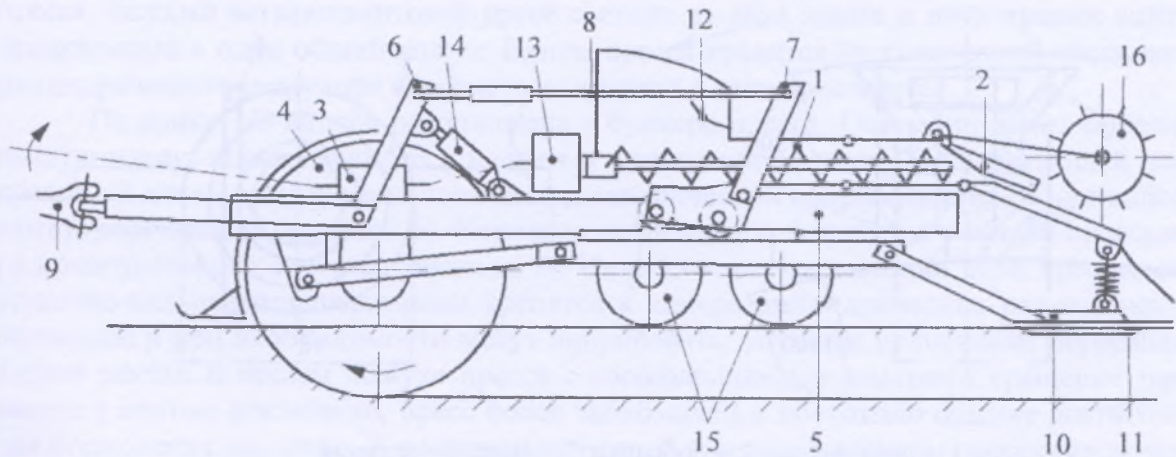
#### Габаритные размеры, мм:

|          |      |
|----------|------|
| - длина  | 4325 |
| - ширина | 1670 |
| - высота | 1300 |

Масса машины, кг 3500

Общий вид машины представлен на рисунке 2 и рисунке 3. Условно она названа машиной МТК-1,3 (машина для добычи кускового торфа с шириной выстилки сформованных кусков 1,3 м).

Основные узлы машины – фрезы, пресс с мундштуками и редукторы смонтированы на раме неподвижно относительно друг друга. В рабочее и транспортное положения они устанавливаются с помощью гидроцилиндров, вместе с рамой машины опираясь через систему рычагов на раму ходового устройства и серьгу трактора. Нагрузка на серьгу трактора составляет около 20 % общей массы машины. В рабочем положении до 5 % массы машины воспринимает лыжа.



- 1 – винты пресса; 2 – мундштуки разъемные; 3 – редуктор привода фрез; 4 – фрезы;  
 5 – рама машины; 6, 7, 8 – система рычагов подъема и опускания;  
 9 – прицельная серьга трактора; 10 – лыжа; 11 – ребра лыжи; 12 – ловушка;  
 13 – редуктор привода винтов; 14 – гидравлические цилиндры;  
 15 – катки ходового устройства; 16 – делитель

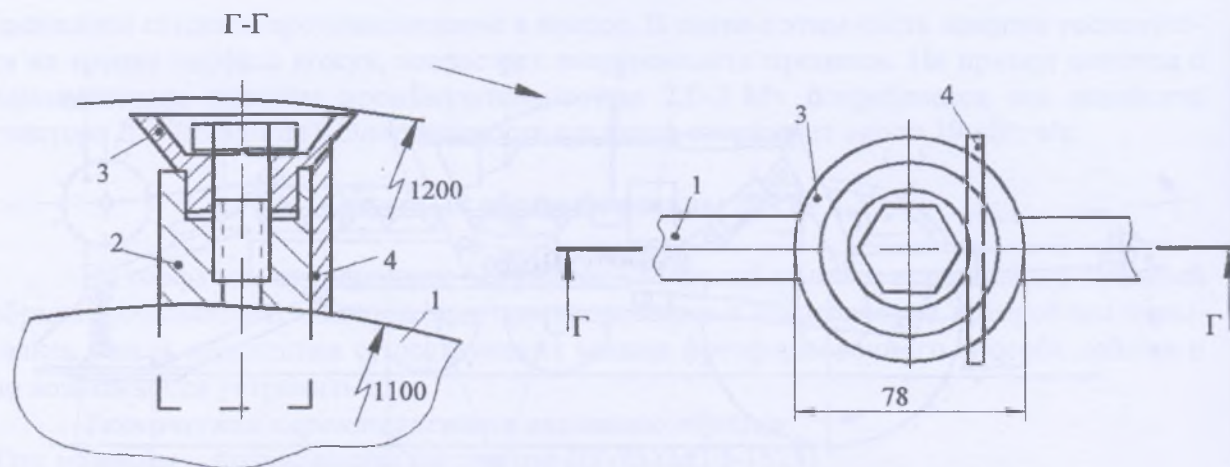
**Рисунок 2 – Добывающая машина МТК-1,3**



**Рисунок 3 – Общий вид машины МТК-1,3**

Залежь торфа разрабатывается четырьмя дисковыми фрезами и подается в бункер сдвоенного пресса. Каждый пресс включает в себя по 4 винта. Винты пресса перерабатывают торф вместе со стружкой древесины и формируют через разъемные мундштуки, установленные по горизонтальной линии в конце винтов прессов по всей ширине машины. Выходящий из мундштуков сформованный торф через откладчики выстилается сзади машины равномерно по всей ширине. За один проход машина выстилает торф на полосу шириной 1,3 м. На рисунках 4-9 приводится описание основных узлов машины, принцип их работы и взаимосвязь.



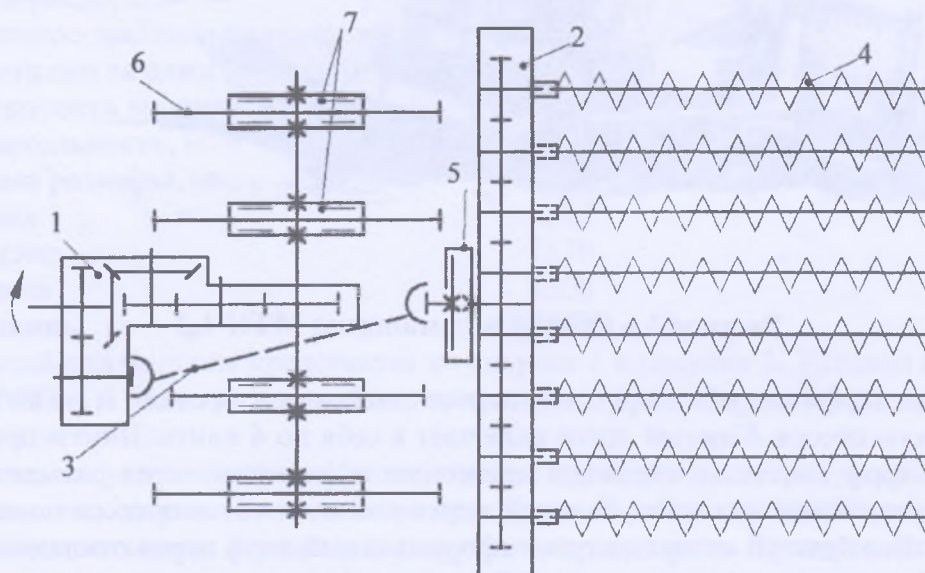


1 – диск фрезы; 2 – бобышки; 3 – нож; 4 – лопасть

**Рисунок 4 – Режущий и экскавирующий элементы дисковой фрезы**

Машина оснащена четырьмя дисковыми фрезами. Режущими элементами являются чашечные ножи машины МТП-42. Перед ножами установлены лопасти. Они обеспечивают экскавацию сфрезерованного торфа и стружки древесины из щели, сообщая им кинетической энергии для подачи в бункер пресса на расстояние до 1 м. На каждой фрезе закреплены дисковые фрикционные накладки. Фрезы с накладками зажимаются ступицами фрез, посаженными на шпонках вала фрез. Сила прижатия ступиц к фрикционным накладкам и возможность пробуксовки фрез регулируется.

Трансмиссия машины (рисунок 5) состоит из коническо-цилиндрического редуктора 1, привода фрез 6, фрез с фрикционными муфтами 7, цилиндрического редуктора 2 привода валов пресса, соединенных карданным валом 3. Привод всей машины осуществляется от вала отбора мощности трактора через телескопический карданный вал. Цилиндрический редуктор и винты 4 пресса от поломок защищает дисковая фрикционная муфта 5, установленная на вал-шестерне цилиндрического редуктора.

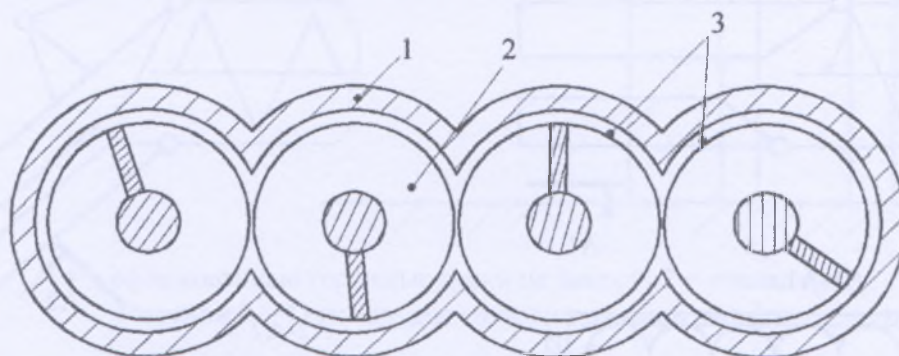


1 – коническо-цилиндрический редуктор фрез; 2 – цилиндрический редуктор;  
3 – карданный вал; 4 – винты пресса; 5 – фрикционная муфта привода прессов; 6 – фрезы;  
7 – фрикционные муфты фрез

**Рисунок 5 – Кинематическая схема МТК-1,3**

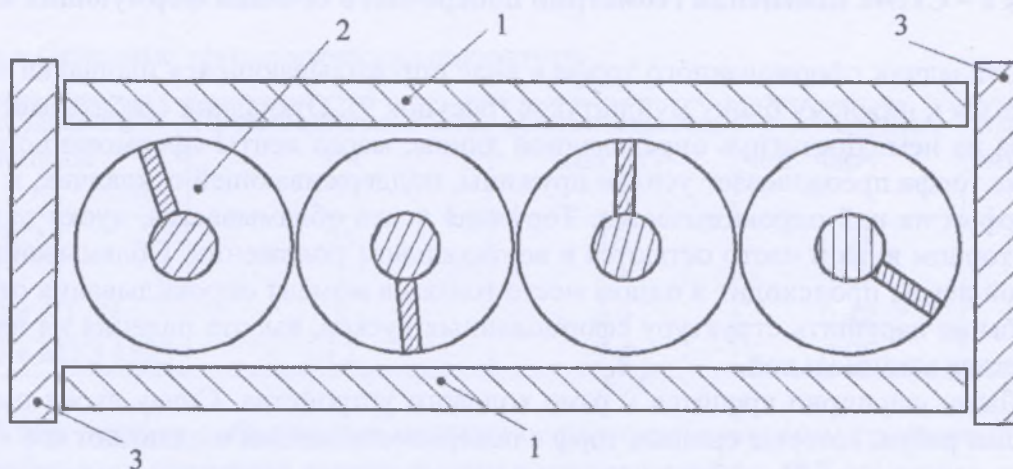
Нагнетающе-перерабатывающий пресс включает в себя два четырехвинтовых пресса. Каждый четырехвинтовой пресс состоит из двух левых и двух правых винтов, заключенных в один общий кожух. Винты пресса крепятся на конической части валов цилиндрического редуктора посредством шпонки и стяжного винта.

По длине  $1/3$  винтов расположена в бункере пресса. Они принимают сфрезерованную массу, захватывают ее и падают в нагнетающую часть. В нагнетающей части пресса  $1/3$  длины винтов расположена в цилиндрических направляющих. В них полости винтов сообщаются (рисунок 6). Конечная часть винтов находится в общей пресскамере прямоугольного сечения (рисунок 7). Нижняя и верхняя стенки этой пресскамеры втулочно-пальцевыми шарнирами крепятся к камере цилиндрических направляющих, подвижны и при необходимости могут вибрировать, улучшая уплотнение перерабатываемой массы. В общем кожухе пресса с сообщающимися камерами вращение торфа вместе с винтом исключено, пресс более экономичен и постоянно создает достаточное для формования давление. К подвижным нижней и верхней стенкам пресскамеры через втулочно-пальцевые шарниры крепятся блоки мундштуков.



1 – кожух винтов; 2 – винты; 3 – сообщающиеся полости

Рисунок 6 – Цилиндрические направляющие винтов с сообщающимися полостями



1 – подвижные стенки пресскамеры; 2 – винты;  
3 – неподвижные стенки кожуха

Рисунок 7 – Общая пресс-камера прямоугольного сечения



Формующие мундштуки установлены в конце винтов по горизонтальной линии на всю ширину машины. Они разъемные, составлены из двух блоков. Формуемая масса из пресса плавно переходит в мундштуки. Здесь нет никаких резко выступающих перегородок, где может зацепиться и удерживаться стружка древесины. Верхний блок мундштуков может управляться гидроцилиндром. При засорении формующих каналов крупными обломками древесины верхний блок приподнимают и дают возможность мундштуку очиститься от древесины без остановки машины. У блочной конструкции мундштуков можно менять геометрию поперечного сечения формующих каналов (рисунок 8). Если формирующие каналы блоков расположить горизонтально, поперечное сечение мундштуков будет максимальным. Наклоном блоков вниз можно уменьшить размеры формующих каналов в поперечнике, тем самым увеличивается давление в мундштуках и уплотнение формуемой массы.

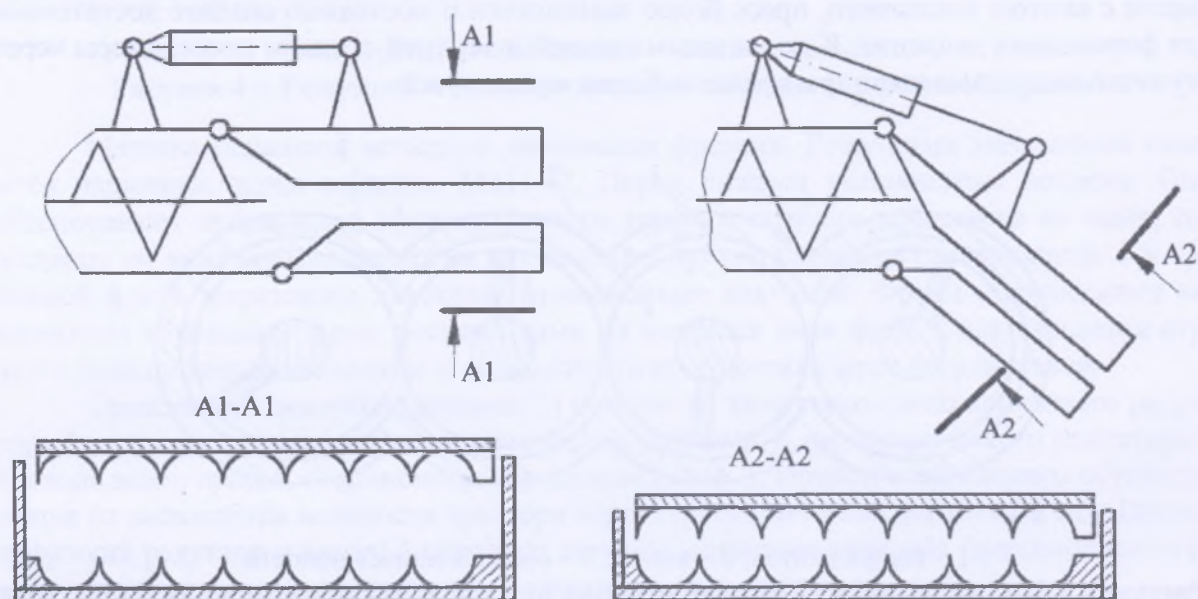
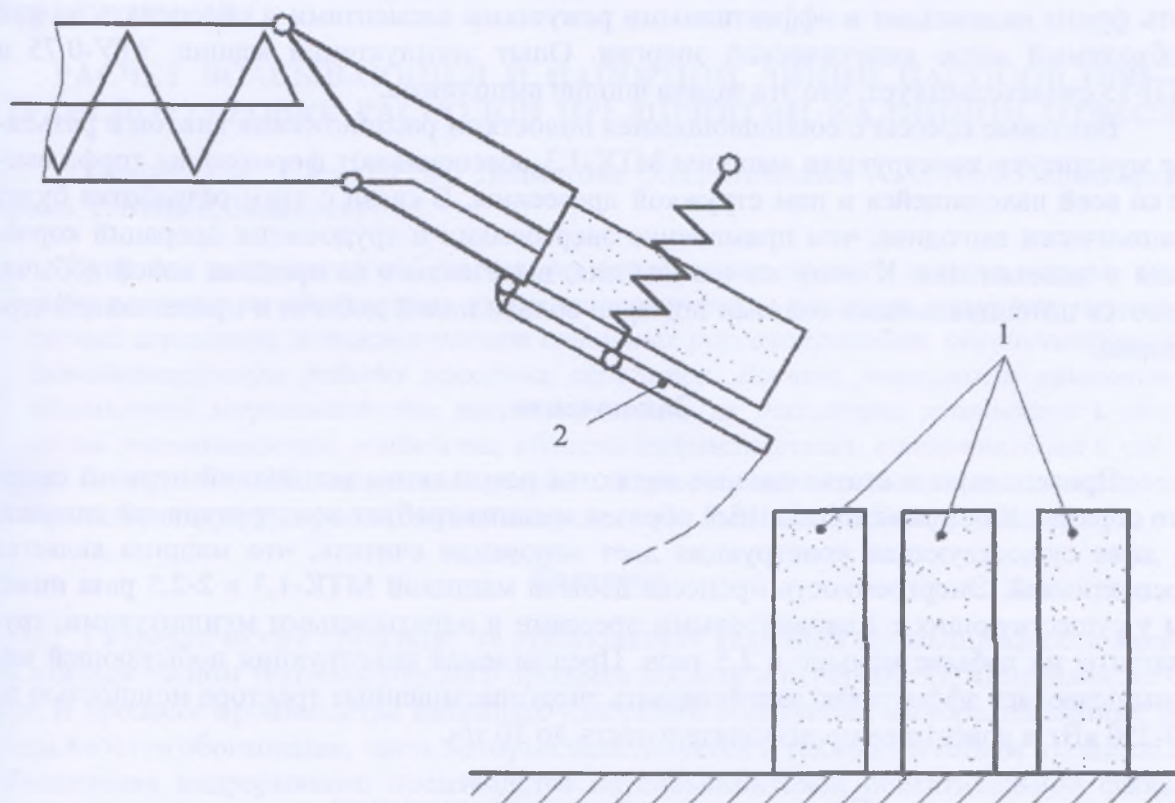


Рисунок 8 – Схема изменения геометрии поперечного сечения формующих каналов

Откладчик сформованного торфа в виде опрокидывающейся площадки шарнирно крепится к нижнему блоку мундштуков (рисунок 9). Откладчик срабатывает от массы груза на нем. Достигнув определенной длины, масса ленты сформованного на откладчике торфа преодолевает усилие пружины, поддерживающей откладчик, и пластина с торфом на ней опрокидывается. Торфяная лента обламывается, куски падают на залежь торцом вниз и часто остаются в вертикальном положении. Обламывание сформованной ленты происходит в одном месте только в момент опрокидывания откладчика. Чтобы не нарушить структуру сформованных кусков, высота падения их на залежь подбирается минимальной.

Лыжа шарнирно крепится к раме ходового устройства. Снизу лыжи наискосок приварены ребра, которые срезают торф с поверхности залежи и сдвигают его к щелям, частично засыпая их. На рабочем проходе машины лыжа скользит по поверхности залежи и выравнивает поле перед выстилкой торфа для сушки.

Бункер пресса установлен над передней частью винтов. Его назначение – «поймать» весь поток сфрезерованной массы и осадить на винты. В бункере установлена ловушка. Сфрезерованный торф с нее падает на винты пресса, а твердые металлические предметы остаются в ловушке.



1 – сформованные торфяные куски на залежи; 2 – откладчик

**Рисунок 9 – Откладчик сформованного торфа**

При работе с трактором ДТ-75Б производительность машины составляет 8 т/ч, энергоемкость фрезерования залежи, переработки и формования торфа около 6,9 кВт·ч/т, трудозатраты 0,12 чел·час/т.

Основные технологические показатели существующих и испытанного способов добычи кускового торфа приведены в таблице.

Таблица – Основные технологические показатели

| Тип добывающей машины | Производительность, т/ч | Энергоемкость, кВт·ч/т | Трудозатраты, чел·час/т | Металлоемкость, т |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------|
| ТЭМП-ЭСМ              | 25                      | 16                     | 0,28                    | 3,0               |
| МТК-12                | 3                       | 19                     | 0,3                     | 2,9               |
| МТК-1,3 с ДТ-75       | 8                       | 6,9                    | 0,12                    | 1,3               |
| МТК-1,3 с МТЗ 1523    | 12                      | 9,8                    | 0,08                    | 1,1               |

В перспективе добывающие машины с энергонасыщенными тракторами позволят разрабатывать торфяную залежь вместе с находящимися в ней остатками древесины. В основном мы добываем торф для последующего сжигания. Добывая торф на топливо на сегодняшний день, мы предварительно удаляем и вывозим крупные древесные остатки за пределы полей добычи. Но ведь это тоже топливо, а мы его практически не используем. Сегодня необходимо использовать в залежи все, в том числе и пень, разработав его фрезами вместе с торфом, не извлекая из залежи. Для этого необходимо осна-



стить фрезы надежными и эффективными режущими элементами и обеспечить на них необходимый запас кинетической энергии. Опыт эксплуатации машин ЭТУ-0,75 и МТП-13 свидетельствует, что эта задача вполне выполнима.

Винтовые прессы с сообщающимися полостями расположения винтов и разъемные мундштуки конструкции машины МТК-1,3 обеспечивают формирование торфа вместе со всей находящейся в нем стружкой древесины. В связи с этим разработка будет экономически выгоднее, чем применение энергоемких и трудоемких операций корчевания и вывозки пня. К тому же навалы пня, вывезенного за пределы полей добычи, являются потенциальными очагами пожаров вблизи полей добычи и прилегающей территории.

### Заключение

Приведенные в статье данные являются результатом испытаний первого опытного образца. Как и всякий опытный образец машина требует конструктивной доводки. Но даже существующая конструкция дает основание считать, что машина является перспективной. Энергоемкость процесса добычи машиной МТК-1,3 в 2-2,5 раза ниже, чем у существующих с одновинтовыми прессами и неразъемными мундштуками, трудозатраты на добыче меньше в 2,5 раза. Предлагаемая конструкция добывающей машины позволяет эффективно задействовать энергонасыщенные трактора мощностью до 200-250 кВт и довести ее производительность до 30 т/ч.

### Список использованных источников

1. Государственная программа «Торф на 2008-2010 годы и на период до 2020 года» – Минск, 2008 (Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23.01.2008 № 94)
2. Разработка высокопроизводительного оборудования для производства кускового торфа. Жданович Ч.И., Чистый И.Н., Стасевич В.И. изд. X/д №280/08 № 20082101, Минск, 2008.

Chisty V.I., Stasevich V.I., Chisty I.N.

### Machine for Lump Peat Production

*The article deals with the test results of the pilot machine MTK-1,3 for lump peat production using a cutting-forming method. Performance specifications and basic processing characteristics of the machine MTK-1,3 in combination with tractors DT-75 and MTZ 1523 are mentioned. The article describes distinctive construction features of the designed machine and operational principles of all units and assemblies. A comparative analysis of MTK-1,3 performance with similar machines such as MTK-12, NTK, ANB is carried out.*

Поступила в редакцию 19.03.2012 г.