© П.А. Яконовский, 2008

УДК 622. 232

П.А. Яконовский

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ РОТОРНО-ЛОПАСТНОГО ЩЕТОЧНОГО МЕТАТЕЛЯ ДЛЯ РАЗБРАСЫВАНИЯ ТОРФА И НЕФТЕПОГЛОЩАЮЩЕГО СОРБЕНТА

Семинар № 21

В связи с ухудшающейся экологической обстановкой в больших промышленных центрах страны, многие предприятия, особенно горнодобывающие, стремятся использовать ресурсосберегающие и экологически чистые технологии добычи полезных ископаемых. Особенно это характерно для нефтедобывающей отрасли.

Для борьбы с нефтяными загрязнениями поверхности можно использовать торфяной сорбент. Известно, что сыпучий торфяной сорбент может поглощать 6 кг нефти и нефтепродуктов на 1 кг сухого вещества сорбента [5].

Нефтяные разливы могут занимать большую площадь, поэтому для очистки поверхности необходимо разработать машину для разбрасывания торфяного сорбента. Аналогичный прин-цип действия может быть использован в конструкции машины для разбрасывания фрезерного торфа на газоны с целью благоустройства города.

В рамках федеральной целевой программы «Экономическое и социальное развитие Тверской области» администрация области направила в Тверской государственный технический университет заказ на разработку машины, применяемой в городском хозяйстве для разбрасывания торфа на газоны.

В ходе работы над проектами машин по разбрасыванию торфа и нефтепоглощающего сорбента возникло много проблем требующих глубокого теоретического изучения.

В частности, вопросы перемещения фрезерного торфа рабочими органами торфяных машин исследовались в работах С.Г. Солопова, М.В. Мурашова, А.В. Михайлова, Л.Н. Самсонова, В.Ф. Синицына, Ф.А. Опейко, Б.Ф. Зюзина, Н.В. Кислова, А.Н. Лукьянчикова, В.М. Шпынева, К.В. Фомина. В настоящее время широко применяются торфяные машины со щеточными рабочими органами, такие как, ворошилки, валкователи, уборочные машины для скреперно-бункерного, раздельного и шнеко-роторного способов уборки фрезерного и шнеко-роторного способов уборки фрезерного торфа.

Наиболее полное обобщение и систематизация накопленного опыта и изложение вопросов теории и расчета щеточных органов торфяных машин приведено в работах А.В. Михайлова.

Основными преимуществами щеточных торфяных машин по сравнению с существующими комплексами являются: высокая производительность, низкая энергоемкость работы, снижение вероятности поломки рабочих органов при встрече с инородными включениями (пень, камень) [3].

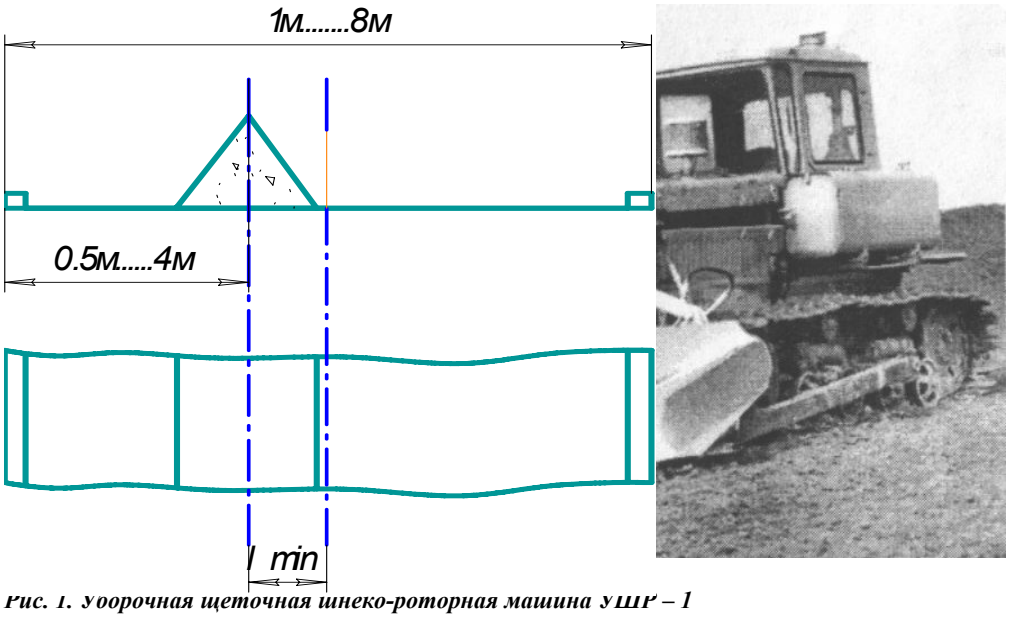

Рис. 1. Уборочная щеточная шнеко-роторная машина УШР – 1

В качестве рабочего органа в машине для разбрасывания торфа на газоны и машине по разбрасыванию нефтепоглощающего сорбента рассматривается вариант применения роторно-лопастного щеточного метателя. Данная конструкция рабочего органа использована в торфяной шнекороторной щеточной уборочной машине (рис. 1).

Шнеко-роторная машина предназначена для уборки фрезерного торфа из расстила путем сметания, роторного разгона и перемещения по баллистической траектории в штабель или через направляющий аппарат в кузов транспортного средства [4].

На сегодняшний день исследования режимов работы щеточных метателей фрезерного торфа проводились с учетом применения результатов для создания торфоуборочной техники. Вопрос использования щеточных метателей в качестве рабочего органа машин, разбрасывающих торф, сорбент не исследован.

В техническом задании на изготовление машины для разбрасывания торфа на газоны дальность отбрасывания торфа основная характеристика. Ширина полосы разбрасывания с учетом одного прохода машины должна составлять от 1 м. до 8 м. Ось штабеля должна располагаться как можно ближе к центральной оси газона (рис. 2).

Тогда минимальное и максимальное значение длины отбрасывания L_{min}= 0,5 м. L_{max} = 4 м. Причем поперечное сечение штабеля рассчитывается исходя из равномерного распределения торфа по ширине газона слоем Н = 5 см.

Для исследования режимов работы роторно-лопастного щеточного метателя в ТГТУ была создана лабораторная установка ЛЩ-1, которая дает возможность выявить оптимальные параметры метания и рациональную конструкцию метателя в зависимости от кинематических, геометрических и упругих характеристик щеточного рабочего органа, а также физико-механических свойств торфа и сорбента.

Установка (рис. 3) состоит из ленточного конвейера над ним установлен щеточный метатель с кожухом. Метатель может изменять положение по высоте относительно ленточного конвейера. Привод щетки и ленточного конвейера осуществляется от индивидуальных электродвигателей с электронным регулированием частоты вращения.

На валу щетки установлена тензометрическая катушка для замера возникающего крутящего момента и расположен электромагнитный отметчик числа оборотов вала.

В метательном аппарате торф поступает на лопасти щеточного ротора, транспортируется ими по непо-

движному цилиндрическому кожуху в

виде призмы волочения перед каждой лопастью с одновременным перемещением вдоль лопастей в радиальном направлении и выбрасывается из метателя под действием центробежных сил через направляющий патрубок. В первую очередь покидают лопасти метателя в тангенциальном направлении при достиже-

Рис. 2. Расположение штабеля торфа на газоне

нии направляющего патрубка фрагменты торфа, находящиеся у поверхности кожуха, со скоростью, равной окружной скорости ротора. Затем происходит сход с лопастей более удаленных от края фрагментов торфа с абсолютной скоростью, равной геометрической сумме окружной скорости ротора $\upsilon_р$ и радиальной скорости $\upsilon_л$, приобретенной этими фрагментами к моменту схода с лопасти (1):

$$\vartheta = \sqrt{\left(\vartheta_р^2 + \vartheta_л^2\right)}. \qquad (1)$$

При работе роторно-лопастного метательного аппарата на фрагмент торфа, движущийся вдоль лопасти и одновременно вращающийся вместе с ротором, действуют сила инерции $P_{ин}$, противоположная направлению движения, радиально направленная центробежная сила $P_ц$, перпендикулярная направлению движения кориолисова сила $P_к$ и силы трения торфа о лопасть, определяемые действием составляющих сил $P_ц$ и $P_к$, нормальных к поверхности лопасти (рис. 4).

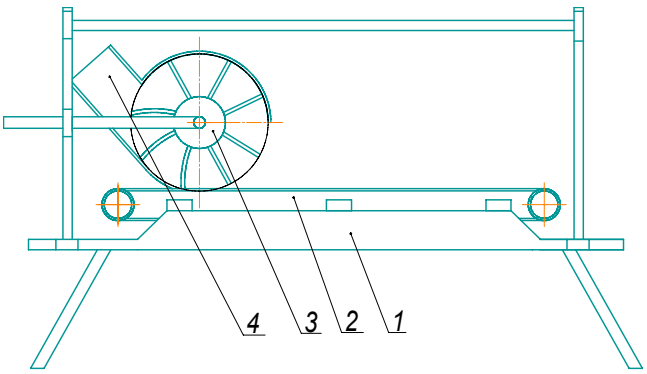

Рис. 3. Лабораторная установка ЛЩ – 1: *1* – рама; *2* – ленточный конвейер; *3* – щеточный метатель; *4* – направляющий кожух

Техническая характеристика установки ЛЩ-1

Параметр	Значение параметра
Рабочее оборудование	Щетка цилиндрическая капроновая
Ширина захвата щетки, м	0,1
Частота вращения, $с^{-1}$	0-14
Диаметр щетки, м	0,3-0,7
Мощность привода щетки, кВт	0,35
Скорость движения ленты, м/с	0…4,5
Ширина ленты, м	0,2
Мощность привода конвейера, кВт	0,35
Масса, кг	150

Одним из основных геометрических параметров метательного аппарата является угол $\varphi_р$ разгрузки ротора (2), характеризующий угол поворота лопасти и необходимой для полного схода с лопасти торфа, и является центральным углом, на который опирается выбросной направляющий патрубок. Для наименее благоприятных условий угол разгрузки ротора (рад) [2].

$$\varphi_р \geq 0,25\pi\left(1-\frac{1}{1-a_ϑ^2}\right)+\mathrm{arctg}a_ϑ, \qquad (2)$$

где $a_ϑ$ – коэффициент, учитывающий влияние трения торфа о лопасть, приближенно $a_ϑ = (1+tg\delta)^{-1} = 0,6$.

Дальность отбрасывания торфа ротором является важным показателем работы машины, в ряде случаев существенно влияющим на технологичность применения машины и ее эксплуатационную

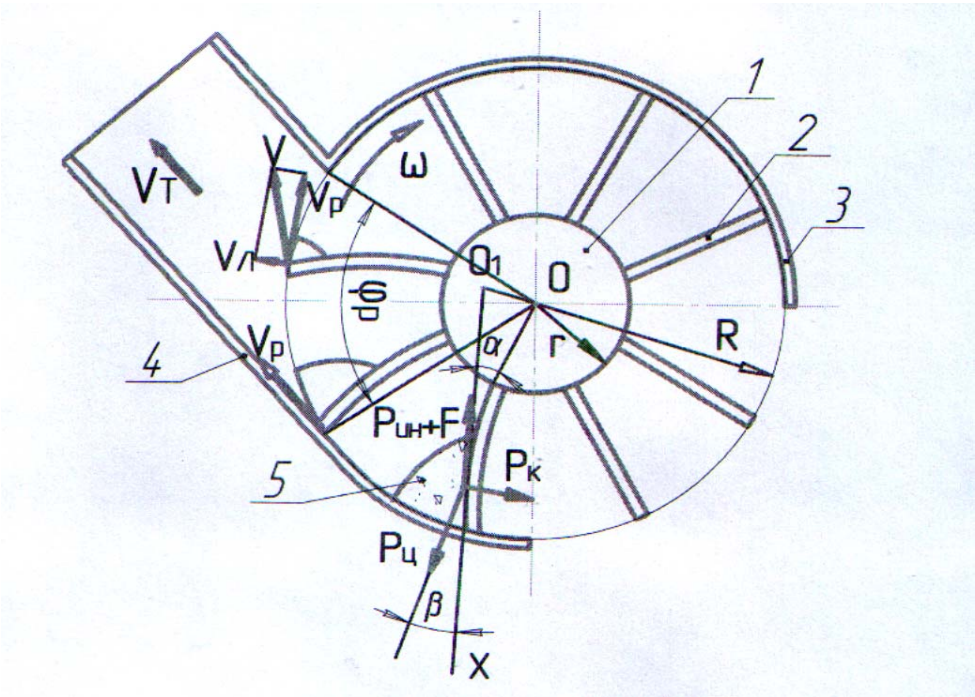

Рис. 4. Схема взаимодействия ротора с торфом: *1* – ступица ротора; *2* – лопасть; *3* – неподвижный кожух; *4* – выбросной патрубок; *5* – призма волочения торфа перед лопастью

производительность.

Для роторных машин с дальностью отбрасывания торфа $L_{от} < 25$ м и $\theta = 45°$ используют упрощенную эмпирическую зависимость (3), учитывающую аэродинамическое сопротивление воздуха [1].

$$L_{от} = 0{,}085\vartheta^2\left(1 - \frac{0{,}0106\vartheta}{\sqrt[4]{0{,}001\gamma_ф k_н}}\right), \quad (3)$$

где $\gamma_ф$ – плотность торфа в расстиле, кг/м^3; $k_н$ – коэффициент наполнения ротора торфом, при $\upsilon_р$ = 13,5…20,0 м/с и $\gamma_ф$ = 200…500 кг/м^3, $k_н$ = 0,25…0,5.

Таким образом, применение в качестве рабочего органа роторно-лопастного щеточного метателя является одним из перспективных вариантов конструктивного исполнения машин по разбрасыванию торфа и сорбента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зайцев Е.Ф., Иванов А.И., Капустин М.И.* Анализ процесса отбрасывания материала лопастными метателями с горизонтальной осью вращения. - Научн.тр./ЛПИ, 1968. № 299. С. 208-212.

2. *Иванов А.Н., Мишин В.А.* Снегоочистители отбрасывающего действия. - М.: Машиностроение, 1981. 159 С.

3. *Михайлов А.В.* Анализ условий эксплуатации щеток торфяных машин/ Совершенствование процессов добычи и переработки торфа// Сб. науч. тр., Вып. 57. Л.:Изд. ВНИИТП. 1986. С. 3-7.

4. *Михайлов А.В.* Уплотнение торфа при работе машины УШР – 1./ В сб. науч. тр.// Физические основы торфяного производства. Калинин: КГУ, 1986. С. 118-120.

5. *Торфяная отрасль* России на рубеже XXI века: проблемы и перспективы/ Матер. науч.-практ. конф. ученых и производственников торф. отрасли с междунар. участием. Тверь: ТГТУ, 1999. Ч. 1. 180 С. ГИАБ

Коротко об авторе

Яконовский П.А. – соискатель кафедры ТМО, Тверского государственного технического университета (ТГТУ), инженер-конструктор ОАО НПП «ГЕРС».

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 21 симпозиума «Неделя горняка-2007». Рецензент д-р техн. наук, проф. *Л.И. Кантович.*