

УДК 629.114.2

**Оценка нагрузочных режимов колесной машины
для уборки фрезерного торфа**

Басалай Г. А.

Белорусский национальный технический университет

Уборка фрезерного торфа из валков и доставка к месту складирования осуществляется машинами типа УМПФ [1]. Рабочий орган этих машин представляет сочетание скрепера и ковшового элеватора. Методика определения затрат мощности при рабочем проходе агрегата и во время выгрузки торфа из бункера вдоль штабеля изложена в литературе [2, 3].

Недостатком конструктивной схемы данных машин является то, что элеватор, вычерпывающий ковшами торф из скрепера, транспортирует его на максимальную высоту и выгружает в бункер сверху, а длинный выгрузной конвейер, из-за широкой колеи гусеничного движителя, создает значительные перегрузки в трансмиссии при трогании с места под действием вертикальной нагрузки от массы материала в бункере, а также требует подводить большой крутящий момент при выгрузке торфа.

Задача, решаемая изобретением [4], состоит в уменьшении металлоемкости машины для уборки фрезерного торфа, а также снижении энергозатрат на выполнение технологической операции. Это достигается тем, что в машине, схема которой представлена на рисунке 1 и включающей переднюю 1 и заднюю 2 оси колесного движителя, раму 3 с прицепным устройством 4, скрепер 5 с загрузочным конвейером 6 и желобом 7, бункер 8 с выгрузным люком 9, выгрузной конвейер 10, расположенный поперечно в днище бункера, и привод 11 рабочих органов, скрепер 5 и загрузочный конвейер 6 установлены спереди между бункером 8 и прицепным устройством 4. Загрузочный конвейер 6 выполнен в виде наклонного скребкового конвейера с нижней рабочей ветвью, днище желоба 7 которого расположено между скрепером и передней стенкой бункера. Нижняя часть бункера выполнена в виде четырехгранной усеченной опрокинутой пирамиды. Колея колес передней оси 1 в 2-3 раза больше колеи

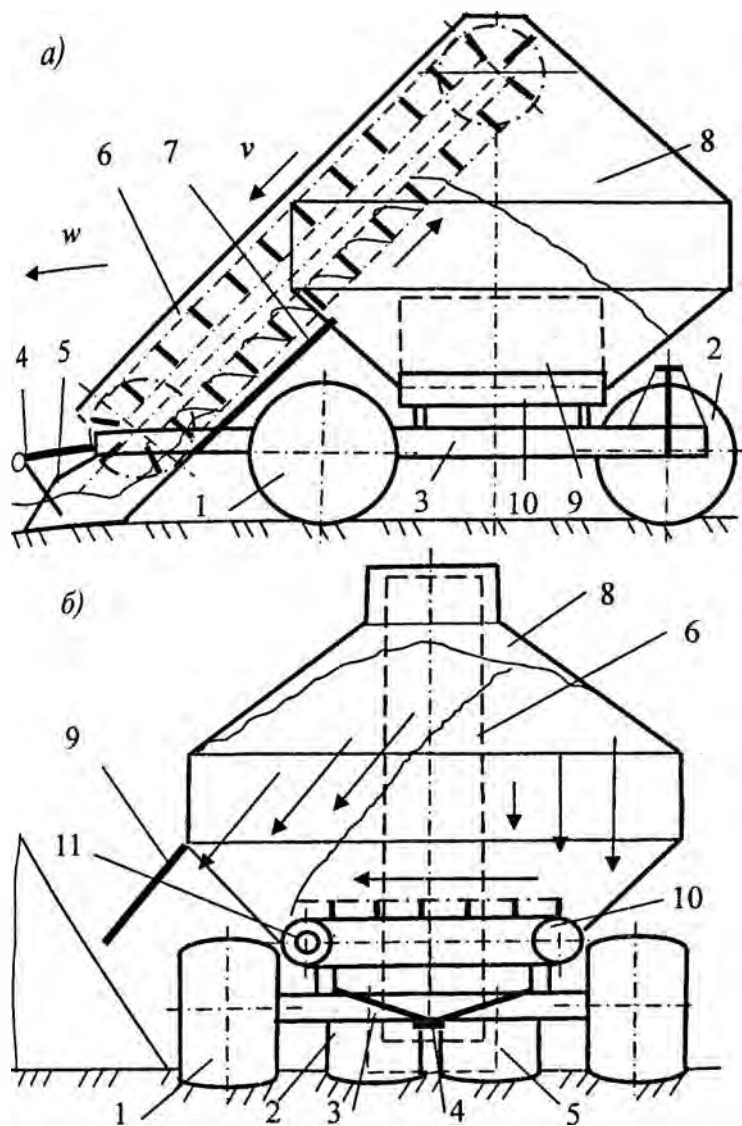


Рис. 1. Колесная машина для уборки фрезерного торфа с передним расположением скрепера и грузозачного конвейера

колес задней оси 2. Поперечный габарит конвейера 10 у выгрузного люка 9 находится на уровне колеи передней оси 1.

Фрезерный торф, сгребаемый из валков скрепером 5, непрерывно вычерпывается из него и транспортируется по желобу 7 скребковым конвейером 6 с последующим ссыпанием в бункер 8. Доставленный к месту складирования торф из бункера 8 выгружается через люк 9 конвейером 10 на откос штабеля или в навал у его подножья.

Целью работы является разработка методики оценки нагрузочных режимов колесной машины с передним расположением скрепера для оптимизации основных параметров конструкции на стадии проектирования.

При рабочем проходе машинно-тракторного агрегата (см. рис 1,а) мощность двигателя реализуется

$$N_{yn} = N_1 + N_2 + N_3 + N_4, \quad (1)$$

где N_1 - мощность на передвижение колесного трактора;

N_2 - мощность на передвижение колесной машины в режиме постоянно увеличивающейся массы груза в бункере;

N_3 - мощность на передвижение скрепера;

N_4 - мощность на работу погрузочного конвейера.

Мощность на передвижение груженой машины

$$N_2 = \frac{\mu(G_n + G_m)w_0}{1000\eta_1}, \text{ кВт}, \quad (2)$$

где μ - коэффициент сопротивления передвижению колесного движителя;

G_n - вес порожней машины, H ;

$G_m = f(S, L)$ - вес торфа в бункере, H ;

S - площадь поперечного сечения вала, m^2 ;

L - длина рабочего прохода уборочного агрегата по карте, m ;

w_0 - кинематическая скорость трактора, m/c ;

η_1 - КПД трансмиссии колесного трактора.

Мощность на передвижение скрепера

$$N_3 = \frac{P_{скр} w_0}{1000\eta_1}, \text{ кВт}, \quad (3)$$

Сопротивление перемещению скрепера

$$P_{скр} = p_0 S + c \rho g V, \text{ Н}, \quad (4)$$

где p_0 - удельное сопротивление при экскавации скрепером торфа из валка, Па ($p_0=2000-2500$);

c - коэффициент сопротивления, который зависит от коэффициентов трения торфа о торф и поверхность скребков, а также от отношения продольного размера тела волочения к ширине конвейера, $c=5-7$;

ρ - плотность торфа в скрепере, кг/м^3 ;

V - объем торфа в скрепере, м^3 .

Мощность на работу погрузочного скребкового конвейера

$$N_4 = \frac{\rho g Q_X H_{зл}}{1000 \eta_2 \eta_3}, \text{ кВт}, \quad (5)$$

где Q_X - производительность по ходу машины, $\text{м}^3/\text{с}$;

$H_{зл}=f(V_{Т.Б})$ - высота подъема торфа конвейером, является функцией от объема $V_{Т.Б}$ торфа в бункере по мере движения агрегата по карте, м ; предельные значения высоты разгрузки определяются конструкцией движителя и бункера.

η_2, η_3 - КПД погрузочного конвейера и его привода.

При выборе параметров конвейера необходимо соблюдать соотношение $Q_{ск} \geq Q_X$, где $Q_{ск}$ - производительность конвейера.

Здесь

$$Q_X = S w_0 (1 - \varepsilon); \quad (6)$$

$$Q_{зл} = \varphi b h t v, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (7)$$

где ε - буксование ведущих колес трактора;

φ - заполнение пространства между скребками ($\varphi \approx 0.6$);

b, h, t - ширина, высота и шаг скребков, м ;

v - скорость цепи конвейера, м/с .

Во время выгрузки торфа из бункера при условии подъема в транспортное положение скрепера и отключении скребкового конвейера потребляемая мощность

$$N_{ус} = N_1 + N_2 + N_3, \quad (8)$$

где N_3 - мощность для работы подвижного дна бункера.

При расчете мощности во время выгрузки торфа (см. рис. 1,б) выделяют три периода: первый - до включения подвижного дна после открытия бокового выгрузного люка, второй и третий

- работа подвижного дна при трогании рабочей ветви скребкового конвейера с места и установившаяся работа.

В первый период выгрузка обеспечивается свободным истечением основного объема груза под действием гравитационных сил благодаря геометрическим параметрам нижней части бункера в виде опрокинутой усеченной пирамиды. С учетом этого нагрузка на подвижное дно 10 определяется остаточным весом G_{m0} торфа в бункере и его положением относительно люка 9.

При работе скребкового конвейера преодолевается сопротивление между движущимся и неподвижным торфом и днищем бункера.

Сопротивление движению тяговых цепей конвейера при трогании с места $T_{mp} = T_1 + T_2 + G_c \sin \alpha$, (9)

где T_1 - сопротивление между движущимся слоем и неподвижным торфом;

T_2 - сила трения между торфом и нижним листом;

G_c - вес слоя, увлекаемого скребками;

α - угол поперечного крена машины во время выгрузки;

Составляющая $T_1 = f_1(G_{m0} - G_c) \cos \alpha$, Н. (10)

Минимальный вес выгружаемого слоя

$$G_{cmin} = \rho g h_c l b \cos \alpha, \text{ Н.} \quad (11)$$

где h_c - высота скребка, м;

l, b - длина и ширина бункера понизу или параметры выгрузного конвейера, м.

Составляющая $T_2 = f_1 G_{m0} \cos \alpha$, Н. (12)

Затраты мощности при трогании с места

$$N_{mp} = \frac{T_{mp} v_n}{1000 \eta_4 \eta_5}, \text{ кВт,} \quad (13)$$

где η_4, η_5 - КПД выгрузного конвейера и его привода.

При установившемся движении сопротивление перемещению тяговых цепей

$$T_{y0} = T_{1y} + T_{2y} + G_c \sin \alpha, \quad (14)$$

где T_{1y} - сопротивление между неподвижным и движущимся слоями торфа;

T_{2y} - сила трения между торфом и днищем бункера.

$$T_{1y} = f_1(G_{m0} - G_c - T' - 2T'') \cos \alpha, \text{ Н}, \quad (15)$$

$$\text{Сила трения} \quad T' = f_1 p F', \text{ Н}, \quad (16)$$

где p - среднее давление торфа на боковую стенку, Па;

$F' = (H - h_c)b$ - среднее значение площади поверхности задней стенки над увлекаемым слоем, м^2 .

Считая, что давление торфа на стенку распределяется по закону треугольника, имеем

$$P = \rho g (H - h_c) / 2, \text{ Па}. \quad (17)$$

$$\text{Тогда} \quad T' = f_1 \rho g (H - h_c)^2 b / 2, \text{ Н}, \quad (18)$$

$$\text{Сила трения} \quad T'' = f_3 p F'', \text{ Н}, \quad (19)$$

где $F'' = (H - h_c)l$ - площадь соприкосновения опускающегося и зависающего торфа у боковых стенок бункера, м^2 .

$$\text{Тогда} \quad T'' = f_3 \rho g (H - h_c)^2 l / 2, \text{ Н}, \quad (20)$$

$$T_{2y} = f_1(G - T' - 2T'') \cos \alpha, \text{ Н}, \quad (21)$$

Мощность при установившемся движении конвейера

$$N_y = \frac{T_{2y} v_n}{1000 \eta_4 \eta_5}, \text{ кВт}. \quad (22)$$

Таким образом, предложенная методика позволяет определить потребляемую мощность рабочими органами колесной машины с передним расположением скрепера, как в режиме уборки фрезерного торфа, так и при выгрузке его в навалы, что дает возможность на стадии проектирования проводить оптимизацию основных параметров конструкции.

Литература

1. Справочник по торфу / Под ред. А.В. Лазарева и С.С. Корчунова. – М.: Недра, 1982. – С. 287–290).
2. Опейко, Ф.А. Торфяные машины. / Ф. А. Опейко. – Минск, Выш. школа, 1968. – С. 333–338.
3. Кислов, Н. В. Машины фрезерного способа добычи торфа / Н. В. Кислов, В. В. Шавель. – Минск: Ротапринт БПИ, 1984. – С. 23-31.
4. Машина для уборки фрезерного торфа: Заявка на изобретение (МПК E21C 49/00) / Г.А. Басалай; № а20070161 от 16.02.2007.