

## **СРЕДНЯЯ МОЩНОСТЬ МАШИНЫ ДЛЯ СРЕЗКИ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ**

**Синицын В.Ф., Копенкина Л.В.**

*Тверской государственный технический университет*

*В статье рассматривается метод расчета средней мощности машины для срезки древесной растительности при подготовке торфяных площадей к разработке.*

При подготовке торфяных месторождений к использованию для добычи торфа применяются машины для срезки древесной растительности типа МТП-43 [1]. Машины этого типа оснащаются двигателями мощностью 70..110 кВт, имеют высокую производительность – древесная растительность срезается на площади 0,5...0,7 га за смену.

Машина представляет собой навесное на экскаватор оборудование. Исполнительным органом, осуществляющим срезку деревьев, является дисковая фреза. Фреза расположена на конце стрелы. Каждый рабочий проход фрезы – результат поворота верхнего поворотного строения экскаватора (по направлению часовой стрелки) на угол 180°. Скорость подачи фрезы на рабочем проходе 2...3 м/с.

Поворотом верхнего строения против часовой стрелки на угол 180° фреза возвращается в исходное положение. Эти маятниковые движения фрезы производятся впереди машины. Перед каждым рабочим проходом фрезы машина перемещается вперед на 0,9...1,2 м.

Исследования показали, что на привод фрезы расходуется около 90% энергии, необходимой для работы машины. Во время рабочего прохода фреза попеременно совершает срезку очередного дерева и холостой ход до встречи со следующим деревом. Во время срезки дерева пиковые значения мощности на зубьях фрезы достигают величины в 3..4 раза превышающей мощность двигателя. Расход энергии, необходимый для срезки дерева, на 2/3...3/4 покрывается за счет кинетической энергии фрезы, угловая скорость которой во время срезки дерева уменьшается. Во время холостого хода энергия, поступающая от двигателя, расходуется на восстановление кинетической энергии фрезы – ее угловая скорость увеличивается. Фреза является своеобразным аккумулятором энергии.

Из сказанного следует, что при проектировании машины задача определения необходимой мощности привода одновременно является и задачей определения необходимого момента инерции.

Есть аналитические решения этой задачи [2, 3]. Однако этим решениям присущи определенные недостатки. В связи с этим в настоящее время наиболее адекватным описанием процесса взаимодействия фрезы с древостоем является имитационная модель [4]. Трудность получения аналитического решения, в достаточной мере адекватно отражающего процесс взаимодействия фрезы с древостоем, обусловлена тем, что диаметр срезаемого дерева и его координаты являются случайными величинами. Предлагаемая имитационная модель реализуется комплексом программ, написанных на языке BASIC.

Программа, реализующая имитационную модель процесса взаимодействия фрезы с древостоем, в качестве исходных использует следующие данные:  $w$  – скорость подачи фрезы, м/с;  $Nd$  – мощность привода фрезы, кВт;  $Jf$  – момент инерции фрезы, кг·м<sup>2</sup>;  $B$  – ширина пропила (ширина зубьев фрезы), м;  $ommax$  – максимальная угловая скорость фрезы, рад/с;  $ommin$  – минимальная угловая скорость фрезы, рад/с;  $A$  – удельный расход энергии на резание древесины, кДж/м<sup>3</sup>; густота сосново-сфагнового древостоя верховых торфяных месторождений  $m=1600$  1/га [5]; математическое ожидание диаметра дерева  $md=0,13$  м; среднее квадратичное отклонение  $\sigma d=0,0325$  м; скорость подачи фрезы – 2 м/с; диаметр фрезы  $Df=1,5$  м; коэффициент использования ширины захвата  $kf=0,8$ .

Компьютерные эксперименты показали (рис.), что можно в 3–4 раза уменьшить мощность привода фрезы, увеличивая момент инерции. Мощность привода при этом практически станет равной средней мощности, необходимой для срезки данного древостоя. Для этого необходимо примерно трехкратное увеличение момента инерции фрезы, по сравнению с моментом инерции на существующих машинах МТП-43. На настоящий момент единственным способом такого значительного увеличения момента инерции представляется введение в систему привода фрезы специального инерционного устройства.

Характер зависимости  $Nd$  от  $Jf$  свидетельствует о том, что величина мощности  $Nd$  с увеличением момента инерции  $Jf$  стремится к какому-то пределу. Какая величина является таким пределом и можно ли ее вычислить?

При бесконечно большом значении момента инерции  $J_f$  фреза располагает бесконечно большим запасом кинетической энергии. Следовательно, мощность привода не будет зависеть от величины пиковых нагрузок, возникающих при срезке дерева. Поэтому мощность привода будет равна средней мощности, необходимой для срезки данного древостоя. Найдем значение этой мощности, получив для нее формулу.

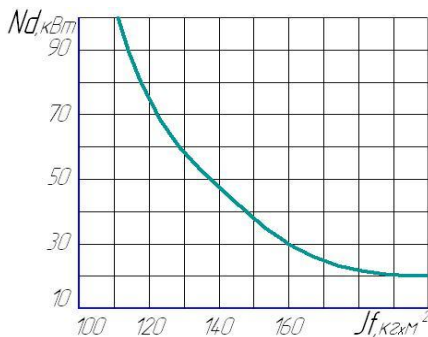


Рис. – Зависимость мощности привода фрезы  $N_d$  от величины момента инерции фрезы  $J_f$

Ширина полосы, освобождаемой фрезой от древостоя в процессе рабочего прохода

$$B_p = D_f \cdot k_f,$$

где  $B_p$  – ширина полосы, м;

$k_f$  – коэффициент использования ширины захвата;

$D_f$  – диаметр фрезы, м.

Производительность фрезы на рабочем проходе равна произведению ширины полосы  $B_p$  на поступательную скорость  $w$ , м/с:

$$Q = B_p \cdot w = D_f \cdot k_f \cdot w, \text{ м}^2/\text{с}.$$

Количество деревьев, срезаемых в единицу времени равно

$$n_{cp} = Q \cdot m = D_f \cdot k_f \cdot w \cdot m \cdot 10^{-4}, \text{ шт/с},$$

где  $m$  – густота древостоя, 1/га.

Количество энергии, затрачиваемой на срезку одного дерева равно:

$$T = V \cdot A, \text{ кДж},$$

где  $V$  – объем древесины, фрезеруемой при срезке одного дерева,  $\text{м}^3$ ;  
 $A$  – удельный расход энергии на резание,  $\text{кДж}/\text{м}^3$ .

Объем древесины, фрезеруемой при срезке одного дерева, равен

$$V = \frac{\pi \cdot D_{\text{дер}}^2}{4} \cdot B_{\text{пр}}, \text{ м}^3,$$

где  $D_{\text{дер}}$  – диаметр дерева, м;

$B_{\text{пр}}$  – ширина пропила, м (равна ширине зуба фрезы).

Соответственно энергия, необходимая для срезки одного дерева с учетом предыдущих формул равна

$$T = \frac{\pi \cdot D_{\text{дер}}^2}{4} \cdot B_{\text{пр}} \cdot A.$$

Средняя мощность для срезки данного древостоя

$$N = T \cdot n_{\text{дер}},$$

где  $n_{\text{дер}}$  – количество деревьев.

С учетом всех формул получаем

$$N = \frac{\pi \cdot D_{\text{дер}}^2}{4} \cdot B_{\text{пр}} \cdot A \cdot D_f \cdot k_f \cdot w \cdot m \cdot 10^{-4}.$$

Методом статистических испытаний найдем представительный статистический материал для получения средней мощности с достаточной точностью и надежностью.

Значение диаметра дерева принято для модели нормального распределения с параметрами, соответствующими среднестатистическим оценкам среднего значения диаметра дерева 0,13 м и стандартного отклонения 0,0325 м.

Увеличение момента инерции до величин, при которых мощность привода будет близка к средней, будет возможна при использовании специального инерционного устройства.

При создании инерционного устройства определяемая мощность будет служить ориентиром для конструкторов.

### **Библиографический список**

1. Кудимов, Л.П. *Технология и комплексная механизация подготовки торфяных месторождений к разработке* / Л.П. Кудимов, Ю.Д.Кусков, К.Е. Сафонов. М.: Недра, 1974. – 216 с.

2. Шейде, В.П. *Определение параметров машины для сводки леса при подготовке торфяных полей* / В.П. Шейде // *Торфяная промышленность*. 1973. №8. – С.16–18.

3. Сеницын, В.Ф. *Расчет мощности привода дисковой пилы машины для сводки леса* / В.Ф. Сеницын // *Торфяная промышленность*, 1975. №1. – С.11–12.

4. Сеницын, В.Ф. *Имитационная модель процесса взаимодействия с древостоем фрезы машины для срезки древесной растительности типа ЭСЛ* / В.Ф. Сеницын // *Лесной вестник*, 2010. №6. – С. 111–115.

5. Ларгин, И.Ф. *Исследование древесного яруса на верховых болотах* / И.Ф. Ларгин // *Труды института леса АН СССР*, 1953. Т.13, – С. 45–51.

УДК 622.331

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТОЛЩИНЫ РАССТИЛА НА КОЭФФИЦИЕНТ РАЗРЫХЛЕНИЯ ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ**

**Столбикова Г.Е., Болтушкин А.Н., Купорова А.В.**

*Тверской государственный технический университет*

*Получено уравнение регрессии влияния толщины расстила на коэффициент разрыхления торфяной залежи в процессе ее фрезерования. Объектом исследования был принят торф низинного типа степенью разложения 41 %. Установлено, что коэффициент разрыхления изменяется в пределах 1,5...2,0. Кроме того, коэффициент разрыхления зависит в большей степени от начальной влажности, увеличиваясь при ее снижении.*

Российская Федерация по запасам торфа занимает одно из первых мест в мире, но по территории страны торфяные месторождения в географическом плане распределены неравномерно.