

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ МАШИНЫ ДЛЯ СБОРА  
ЛЕСОСЕЧНЫХ ОТХОДОВ  
EVALUATION OF THE DYNAMICS OF MOVEMENT OF A MA-  
CHINE FOR COLLECTION OF FOREST CLEARING WASTES

Д.А. Кононович, асс., С.П. Мохов, канд. техн. наук, доц.  
С.А. Голякевич, канд. техн. наук, доц.,  
С.Е. Арико, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский государственный технологический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
D. Kononovich, Assistant Lecturer,  
S. Mokhov, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
S. Golyakevich, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
S. Ariko, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
Belarusian state technological University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. На основе оценки динамики движения машины для сбора лесосечных отходов установлены приемлемые режимы движения эксплуатации на грунтах различного типа и получены исходные данные для оценки эффективности.*

*Abstract. Based on the assessment of the dynamics of movement of the machine for collecting logging waste, acceptable modes of operation were established on soils of various types and initial data were obtained for evaluating the effectiveness.*

*Ключевые слова: машины для сбора лесосечных отходов, движение, сила, скорость, тип грунта*

*Keywords: machines for collecting logging waste, motion, strength, speed, soil type.*

## ВВЕДЕНИЕ

Важными эксплуатационными показателями лесных машин являются средние технологические скорости их движения. От их величины напрямую зависит общая техническая, а как следствие и фактическая производительности [1].

Секция «ТРАКТОРЫ, МОБИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ»  
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ

Режим движения машины для сбора лесосечных отходов и достигаемые ей средние технологические скорости зависят от мощности привода движителя  $N_{\text{движ}}(t)$  (Вт) реализуемой в каждый момент времени  $t$  (с) от начала движения. Для ее определения используем дифференциальное уравнение движения, имеющее ограничения в виде неравенств:

$$\begin{cases} (M_1 \cdot \ddot{y}_1 + P_f + P_i + P_z) \cdot \dot{y}_1 = N_{\text{движ}}(t), \\ N_{\text{движ}}(t) = N_{\text{движ}}^{\text{max}} \cdot \eta_{\text{движ}}, \\ \ddot{y}_1 \leq a_{\text{движ}}^{\text{max}}; \dot{y}_1 \leq v_{\text{движ}}^{\text{max}}; y_1 \leq L_{\text{движ}}, \\ M_k \leq M_{\text{дв}} \cdot i_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{тр}}, \end{cases}$$

где  $M_1$  – масса машины, кг;  $P_f$  – сила сопротивления качению, Н;  $P_i$  – сила сопротивления движению под уклон, Н;  $P_z$  – сила сопротивления волочению сучьев, Н;  $\ddot{y}_1$  – ускорение движения машины в момент времени  $t$ , м/с<sup>2</sup>;  $\dot{y}_1$  – скорость движения машины в момент времени  $t$ , м/с;  $y_1$  – перемещение машины в момент времени  $t$  относительно начального положения, м;  $N_{\text{движ}}^{\text{max}}$  – максимальная мощность привода движителя, Вт;  $\eta_{\text{движ}}$  – КПД привода движителя  $\eta_{\text{движ}} = 0,83$ ;  $a_{\text{движ}}^{\text{max}}$  – максимально возможное ускорение, м/с<sup>2</sup>;  $v_{\text{движ}}^{\text{max}}$  – максимальная допустимая скорость движения, м/с (до 8,3 м/с);  $L_{\text{движ}}$  – среднее расстояние перемещения машины, м.

Система уравнений и неравенств (1) используется для определения скорости движения машины между технологическими стоянками. При этом величина силы сопротивления качению  $P_f$  (Н) машины в каждый момент времени значительно зависит от действующих на элементы движителя опорных реакций  $R_{\text{шп}}$  (Н). Поэтому величины  $R_{\text{шп}}$  (Н) целесообразно определять не только в статическом положении, но и с учетом динамики всей машины. Значения сил сопротивления качению  $P_f$  (Н) и максимального ускорения движения  $a_{\text{движ}}^{\text{max}}$  (м/с<sup>2</sup>) определяются по условию реализации требуемой касательной силы тяги и ограничены максимальным крутящим моментом, подводимым к движителю.

### Секция «ТРАКТОРЫ, МОБИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ»

Работа машины для сбора лесосечных отходов в кучи или в валы, как правило, заключается в чередующихся челночных холостых и рабочих ходах. При этом среднее расстояние рабочего движения существенно зависит от объема образующихся на лесосеке сучьев и использованной ранее технологии заготовки, которая в свою очередь влияет на концентрацию лесосечных отходов. В этой связи расстояние проходимое машиной при формировании вала из лесосечных отходов варьируется в широких пределах от 5 до 20 м.

Среднее расстояние перемещения машины для сбора лесосечных отходов при условии организации технологического процесса работы с образованием отдельных куч сучьев и ветвей при необходимости сохранения подроста составляет 4–6 м.

Существенное влияние на режим движения рассматриваемой машины оказывают почвенно-грунтовые условия. Так, движение по грунтам II и III типа характеризуется увеличением продолжительности движения и перераспределением эффективности использования соответствующих передач как представлено на рисунке 1. Движение на 6-й передаче в условиях III-го типа почво-грунтов затруднительно.

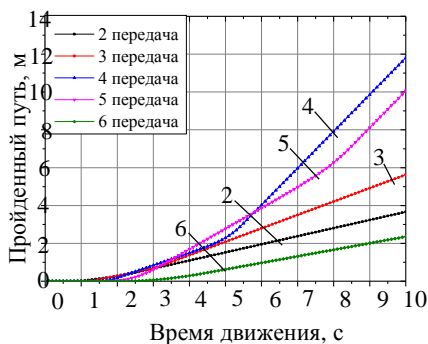


Рисунок 1 – Зависимости изменения пройденного пути на 2–6 передачах при работе на грунтах II типа при ограничении скорости движения в 7 км/ч

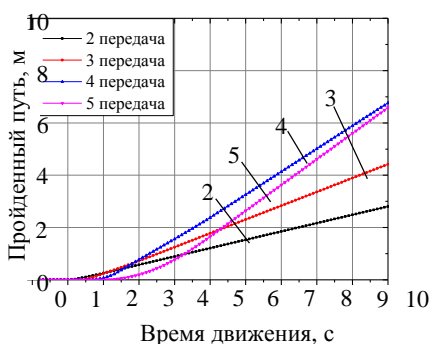


Рисунок 2 – Зависимости изменения пройденного на 2–6 передачах при работе на грунтах III типа при ограничении скорости движения в 7 км/ч

Следует отметить, что наиболее приемлемыми для движения в условиях I типа грунта является 3-я передача, на грунтах II типа 3-я

*Секция «ТРАКТОРЫ, МОБИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ»* и 4-я, а на грунтах III типа только 4-я передача. При использовании других передач движение либо невозможно, либо происходит со значительным буксованием. Расширить диапазон используемых передач на грунтах III типа возможно за счет повышения сцепных свойств машины путем установки цепей противоскольжения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эффективность использования машины для сбора лесосечных отходов на грунтах с высокой несущей способностью может быть увеличена за счет установки дополнительных зубьев. Так, на грунтах I типа возможно увеличение количества зубьев до 9, что при движении на 3-й передаче увеличит используемый энергетический потенциал машины по тяге. Требуемая пиковая мощность на колесах увеличится до 43,2 кВт (87,3%) при теоретически доступных 49,5 кВт. На грунтах II типа целесообразно использовать до 7 зубьев, что обеспечит загрузку двигателя по мощности до 82% (на 4-й передаче). На 3-м типе грунтов рекомендуется использовать базовое количество зубьев равное 5.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Жуков А. В. Теория лесных машин. Минск: БГТУ, 2001. 640 с.  
Представлено 17.05.2019