



УДК 630\* 377

***В.Ф. Полетайкин***

Полетайкин Владимир Федорович родился в 1935 г., окончил в 1960 г. Сибирский технологический институт, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой проектирования лесного оборудования Сибирского государственного технологического университета, лауреат государственной премии СССР, заслуженный изобретатель РФ. Имеет около 150 печатных работ в области изучения динамики лесотранспортных машин.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕЖИМОВ ЛЕСОПОГРУЗЧИКОВ\***

Изложены результаты математического моделирования влияния эксплуатационных факторов на величину динамических нагрузок в элементах конструкции лесопогрузчиков.

лесопогрузчики, эксплуатационные режимы, динамические системы, математические модели, нагрузки, коэффициенты динамичности.

Лесотранспортные машины составляют широкий класс оборудования, обеспечивающего механизацию технологических процессов в лесной промышленности. В состав систем лесотранспортных машин входят лесопогрузчики различного назначения и конструктивного исполнения. В настоящее время в нашей стране наибольшее распространение получили гусеничные лесопогрузчики перекидного типа класса грузоподъемности 35 ... 40 кН, поэтому они приняты нами в качестве объектов исследований.

Эксплуатационные режимы лесопогрузчиков отличаются интенсивными динамическими процессами нагружения элементов систем, формирующимися под влиянием множества факторов эксплуатационного (технологического) и конструктивного характера.

Цель данной статьи – определение коэффициентов динамичности для различных типов лесопогрузчиков.

Уровень динамической нагруженности элементов систем зависит от скорости движения машины с грузом, формы и размеров преодолеваемых препятствий. Древесину из лесосек можно отгружать в виде деревьев, хлыстов и сортиментов.

Упругие характеристики грузов, а следовательно, и характер их взаимодействия с элементами систем лесопогрузчика различны. Оценка

---

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобразования РФ.

влияния каждого фактора на уровень динамических нагрузок в элементах конструкции позволяет определять расчетные положения при проектировании новых лесопогрузчиков и устанавливать допустимые эксплуатационные режимы.

В исследованиях использован метод имитационного моделирования. В качестве математических моделей приняты системы неоднородных дифференциальных уравнений второго порядка, отражающих свойства динамических систем лесопогрузчиков и входных воздействий. Из большого числа эксплуатационных факторов заметное влияние на динамическую нагруженность лесопогрузчиков оказывают скорость движения ( $v$ ), размеры преодолеваемых препятствий ( $h$ ) и вид груза (хлысты, сортименты).

Исследована зависимость динамических нагрузок от скорости движения в пределах от 0,7 до 0,9 м/с (шаг 0,1 м/с) при условии  $h_{\max} = 0,2 \text{ м} = \text{const}$ ; от высоты препятствий в пределах от 0,10 до 0,25 м при  $v = 0,8 \text{ м/с} = \text{const}$ .

Сравнительный анализ результатов моделирования движения лесопогрузчиков с упругим и жестким грузом позволяет определить степень влияния свойств груза на уровень динамических нагрузок. В процессе моделирования выполнена имитация рабочих режимов движения лесопогрузчика с упругим и жестким грузом, имеющего жесткую (системы I и II) и полужесткую (системы III, IV) подвеску корпуса. Ниже приведены модели динамических систем I – IV. Коэффициенты уравнений определены нами с использованием динамических параметров лесопогрузчика класса грузоподъемности 35 кН.

Для динамической системы I

$$\begin{aligned} \ddot{y}_1 + 3,2\dot{y}_1 - 0,58\dot{y}_2 - 1,36\dot{y}_4 + 730,28y_1 - 11,34y_2 - 156,27y_4 &= Q_1(t)/m_1; \\ \ddot{y}_2 + 1,62\dot{y}_2 - 1,62\dot{y}_1 + 32,65y_2 - 32,65y_1 &= Q_2'(t)/m_2'; \\ \ddot{y}_4 + 1,72\dot{y}_4 - 1,72\dot{y}_1 + 197,45y_4 - 197,45y_1 &= Q_2''(t)/m_2''. \end{aligned} \quad (1)$$

Для динамической системы II

$$\ddot{y}_1 + 0,58\dot{y}_1 + 261,92y_1 = Q_1(t)/(m_1 + m_2). \quad (2)$$

Для динамической системы III

$$\begin{aligned} \ddot{y}_2 + 1,62\dot{y}_2 - 1,62\dot{y}_1 + 32,65y_2 - 32,65y_1 &= Q_2'(t)/m_2'; \\ \ddot{y}_4 + 1,72\dot{y}_4 - 1,72\dot{y}_1 + 197,45y_4 - 197,45y_1 &= Q_2''(t)/m_2''; \\ \ddot{y}_1 + 3,2\dot{y}_1 - 0,58\dot{y}_2 - 1,36\dot{y}_4 - 2,03\dot{y}_6 + 730,28y_1 - 11,34y_2 - \\ &- 156,27y_4 - 915,66y_6 = Q_1(t)/m_1; \\ \ddot{y}_6 + 9,51\dot{y}_6 - 0,75\dot{y}_1 + 1398,8y_6 - 337,03y_1 &= Q_3(t)/m_3''. \end{aligned} \quad (3)$$

Для динамической системы IV

$$\begin{aligned} \ddot{y}_1 + 0,58\dot{y}_1 - 0,807\dot{y}_6 + 261,92y_1 - 426,24y_6 &= Q_1(t)/(m_1 + m_2); \\ \ddot{y}_6 + 9,53\dot{y}_6 - 0,75\dot{y}_1 + 1398,8y_6 - 337,04y_1 &= Q_3(t)/m_3''. \end{aligned} \quad (4)$$

Расчетная схема системы III является наиболее общей, схемы I, II, IV – ее частные случаи.



Таблица 1

№ схемы	Коэффициент динамичности нагрузок					
	на рабочее оборудование			на базовый трактор		
	Скорость движения, м/с					
	0,7	0,8	0,9	0,7	0,8	0,9
I	4,89	5,21	5,36	2,05	2,25	2,50
II	4,69	4,85	5,20	2,23	2,49	2,80
III	3,83	4,44	6,20	2,10	2,38	2,41
IV	3,24	3,72	4,22	2,13	2,16	2,42

Таблица 2

№ схемы	Коэффициент динамичности нагрузок							
	на рабочее оборудование				на базовый трактор			
	Высота препятствий, м							
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,10	0,15	0,20	0,25
I	2,77	4,65	5,21	5,42	1,68	2,21	2,25	2,61
II	2,75	3,62	4,85	5,36	1,68	2,28	2,49	3,15
III	2,68	3,65	4,44	6,03	1,67	2,03	2,38	2,72
IV	2,55	2,83	3,72	4,05	1,51	2,05	2,16	2,92

Анализ данных позволяет сделать следующие выводы.

1. При повышении скорости движения с грузом от 0,7 до 0,9 м/с коэффициенты динамичности нагрузок на рабочее оборудование возрастают от 3,24 до 6,20, на корпус и элементы конструкции ходовой части базового трактора от 2,05 до 2,80; с увеличением высоты преодолеваемых препятствий от 0,10 до 0,25 м соответственно от 2,55 до 6,03 и от 1,51 до 3,15.

2. При движении с длинномерным грузом (хлыстами) коэффициенты динамичности нагрузок на рабочее оборудование на 14 ... 18 % выше, чем при движении с жестким грузом (сортиентами).

Сибирский государственный  
технологический университет

Поступила 02.07.01

*V.F. Poletaikin*

### **Modeling of Operating Conditions of Log Loaders**

The outcomes of mathematical modeling of operating factor effect on dynamic load value in the structural elements of log loaders are provided.