

ности, они выполняют на данной территории. В заповедной хозяйственной части и на особо защитных участках других лесов I группы, исключаемых из главного пользования, формы хозяйства по товарности вообще не устанавливаются. Уникальность заповедных экосистем и лучшее проявление защитно-стабилизирующих, природоохранных, эстетических и других полезных свойств лесов в растущем состоянии наиболее полно обеспечиваются высокоствольными древостоями семенного происхождения.

В рекреационной зоне природного национального парка (как и в местах курортов, зон отдыха, туристических маршрутов и в других лесах I группы) при проведении ландшафтных рубок ухода и санитарных рубок необходимо стремиться к усилению устойчивости насаждений против нежелательных стихийных и антропогенных воздействий, улучшению их эстетической привлекательности и санитарно-гигиенической ценности. Формирование живописных пейзажей и ландшафтов должно включать выращивание в лесах этой зоны древесно-кустарниковых пород, биологически устойчивых против пыли, дыма, газов, уплотнения и ухудшения аэрации почв. Они должны иметь улучшенные декоративно-эстетические свойства, максимально проявляющиеся в течение года. Эти мероприятия имеют особенное значение в формировании красивых пейзажей, хорошо просматриваемых в перспективе из так называемых «видовых точек».

На открытых лужайках целесообразно высаживать цветущие кустарники с продолжительным периодом цветения, а в насаждениях оставлять и охранять ценные в эстетическом отношении деревья и их группы. Формирование таких чередующихся групп деревьев в сочетании с живописными полянами, создающими игру цвета, света и тени, является одной из задач ландшафтных рубок ухода за лесом и декоративного озеленения, определяет своеобразную технику их выполнения.

В лесах рекреационной зоны большое внимание должно уделяться благоустройству территории: созданию дорожной и тропиной сети, установке в «видовых точках» павильонов, беседок и скамеек для отдыха, проведению других лесохозяйственных и организационных мероприятий. Все мероприятия по организации территории лесов рекреационной зоны и их благоустройству должно разрабатывать лесоустройство.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Лес и охрана природы / Под ред. С. Г. Синицына.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 288 с. [2]. Одум Ю. Основы экологии.— М.: Мир, 1975.— 740 с. [3]. Опыт и методы экологического мониторинга: Матер. Всесоюз. совещания.— Пушкино: Науч. центр биологических исследований АН СССР, 1978.— 265 с. [4]. Федосимов А. Н., Анисочкин В. Г. Выборочная таксация леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— 172 с. [5]. Флора і рослинність Карпатського заповідника / Під ред. С. М. Стойко.— Київ: Наукова думка, 1982.— 220 с. [6]. Цурик Е. И. Дигрессивно-демутационные изменения в почвах ельников и вторичных полонин у верхней границы леса в Карпатах // Почвоведение.— 1986.— № 9.— С. 112—121.

Поступила 14 сентября 1987 г.

УДК 630*564

МОДЕЛИРОВАНИЕ РОСТА И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРОПИЧЕСКИХ СОСНЯКОВ (*Pinus kesiya*)

НГУЕН НГОК ЛУНГ

Ленинградская лесотехническая академия

В настоящее время моделирование древостоев, необходимое для прогнозирования общей производительности и выхода сортиментов, проводится по двум направлениям:

Из графика видно, что параметр q прямо пропорционально зависит от ширины полосы леса для всех указанных типов бонов. Его зависимость от α более сложная, но разница между максимальным и минимальным значением при ширине полосы леса $b_{л} = 30$ м для шестибревенного бона без козырька и бона с козырьком из одного бревна не превышает 5 %, а для бона с глубокоосидающим козырьком — 10 %.

Максимальное значение параметра q для первых двух типов бонов определяется при угле $\alpha = 10^\circ$, а для бона с глубокоосидающим козырьком при $\alpha = 25^\circ$.

Таким образом, при предварительных расчетах нагрузки на головную опору реевых бонов могут быть рекомендованы следующие зависимости для параметра нагрузки q , определяющие его максимальное значение:

$$q = 154 + 12,8b_{л}; \quad (9)$$

для бона с козырьком из одного бревна

$$q = 234 + 11,9b_{л}; \quad (10)$$

для бона с глубокоосидающим козырьком

$$q = 384 + 5,5b_{л}. \quad (11)$$

Расчеты параметра q в формуле (7) выполнены при $\mu = 0,4$ и $\beta = 55^\circ$.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Азаренков В. М. Экономическое обоснование длины и числа рей бона // Сб. науч. тр. по лесосплаву / ЦНИИ лесосплава.— М.: Лесн. пром-сть, 1971.— № 13.— С. 64—71. [2]. Справочник по водному транспорту леса / Под ред. В. А. Щербачева.— М.: Лесн. пром-сть, 1986.— 383 с.

УДК 630*36 : 621.936.6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКИХ ОБОРОТОВ СИСТЕМЫ ПРИВОДА БЕНЗИНОМОТОРНЫХ ПИЛ

Э. А. КЕЛЛЕР

Пермский политехнический институт

Основная причина малой надежности системы привода мотопил — резонансные усиления амплитуд крутильных колебаний элементов трансмиссии [3, 4]. В динамической расчетной схеме (рис. 1), в отличие от схем, приведенных в указанных работах, дополнительно учтены механизмы для смазки пильной цепи (J_6, c_6, h_6) и привода гидроклина (J_7, c_7, h_7), а также динамическая связь цепи с древесной (J_5, c_5, h_5).

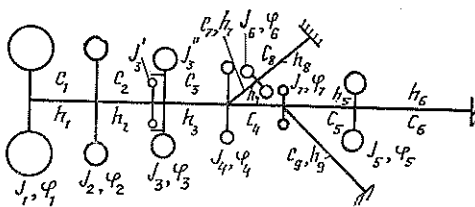


Рис. 1. Расчетная схема системы привода мотопилы МП-5 «Урал-2»: J_1 — приведенные моменты инерции масс; c_i, h_i — приведенные жесткости и сопротивления участков трансмиссии; φ_i — угловые перемещения масс

Для режима холостого хода учитывают только моменты инерции маховика J_1 , кривошипно-ползунного механизма (КПМ) — J_2 и поводку муфты сцепления J_3 , а также жесткости и сопротивления участков коленвала c_1, c_2, h_1, h_2 ; J_4 — приведенный момент инерции шестерен редуктора.

Математическую модель при решении поставленной задачи для квазистационарных режимов работы привода без проскальзывания муфты сцепления при пилении древесины и включенном гидроклине можно представить в виде системы уравнений седьмого порядка:

$$[A]\{q\} = 0,$$

где

$[A]$ — матрица, составленная из коэффициентов при комплексных амплитудах угловых колебаний масс;

$\{q\} = [\overline{a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 a_6 a_7}]^T$ — вектор-столбец комплексных амплитуд угловых колебаний масс.

Ненулевые элементы матрицы [A] равны

$$\begin{aligned} a_{11} &= c_1 - J_1 \omega^2 + h_1 j \omega; \\ a_{22} &= c_1 + c_2 - J_2 \omega^2 + (h_1 + h_2) j \omega; \\ a_{33} &= c_2 + c_3 - J_3 \omega^2 + (h_2 + h_3) j \omega; \\ a_{44} &= c_3 + c_4 + c_7 - J_4 \omega^2 + (h_3 + h_4 + h_7) j \omega; \\ a_{55} &= c_5 + c_6 - J_5 \omega^2 + (h_5 + h_6) j \omega; \\ a_{66} &= c_7 + c_8 - J_6 \omega^2 + (h_7 + h_8) j \omega; \\ a_{77} &= c_4 + c_5 + c_9 - J_7 \omega^2 + (h_4 + h_5 + h_9) j \omega; \\ a_{12} &= a_{21} = -(c_1 + h_1 j \omega); \\ a_{23} &= a_{32} = -(c_2 + h_2 j \omega); \\ a_{34} &= a_{43} = -(c_3 + h_3 j \omega); \\ a_{46} &= a_{64} = -(c_7 + h_7 j \omega); \\ a_{47} &= a_{74} = -(c_4 + h_4 j \omega); \\ a_{57} &= a_{75} = -(c_5 + h_5 j \omega), \end{aligned}$$

где $j = \sqrt{-1}$;

ω — круговая частота угловых колебаний.

При выключенном гидроклине величины J_1 , c_9 и h_9 следует принять равными нулю. Для режимов холостого хода в матрице [A] удерживаются три первых столбца и строки, а в третьем диагональном элементе матрицы $c_3 = h_3 = 0$. При вычислении спектра собственных частот использовали стандартную программу РО 665 нахождения собственных значений симметричной матрицы методом вращения.

Исходные данные для мотопилы МП-5 «Урал-2» приведены в табл. 1—3.

Таблица 1

Моменты инерции масс $J_i = 10^{-4}$ кг · м²

Обозначение	J_1	J_2	J'_3	J''_3	J_4	J_5	J_6	J_7
Величина	17,0	13,1	8,1	5,5	2,4	1,4	0,017	0,026

Таблица 2

Коэффициенты крутильной жесткости $c_i \cdot 10^3$ кН · м/рад

Обозначение	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9
Величина	5,94	7,33	1,92	10,22	2,83	0,46	18,4	0,076	0,022

Таблица 3

Коэффициенты сопротивления

h_i , кН · м · с/рад · 10⁻²

Обозначение	$h_1 \dots h_5, h_7$	h_6, h_9	h_8
Величина	5,5	8	16

Результаты расчета для типичных режимов эксплуатации приведены в табл. 4 (числители дробей).

Основные составляющие спектра определяли на специальном стенде [1]. Корпус системы привода закрепляли на неподвижном основании, а возбуждение с изменяющейся частотой и заданной амплитудой передавалось со стороны вибростенда ВЭДС-200А через упругий элемент на поршень двигателя, причем кривошип был

Таблица 4

Собственные частоты крутильных колебаний системы привода $\omega_{oi} \cdot 10^2, c^{-1}$

Режим работы	ω_{01}	ω_{02}	ω_{03}	ω_{04}	ω_{05}	ω_{06}	ω_{07}
Валка с гидроклином	1,64	5,23	6,68	12,33	17,46	224,95	330,64
	1,88	5,02	6,53	12,06	18,12		
Валка без гидроклина	1,84	5,34	7,05	13,31	19,61	259,26	—
	1,76	5,20	6,71	12,69	20,81		
Холостой ход	7,29	13,18	—	—	—	—	—
	7,34	12,69	—	—	—		

установлен под углом 45° к оси цилиндра двигателя [2]. С целью приближения условий испытаний к реальным стенд снабжали имитатором динамической нагрузки от гидроклина [1], а пильную шину с цепью вводили в прорезь образца древесины. Экспериментальные результаты приведены в табл. 4 (знаменатели дробей).

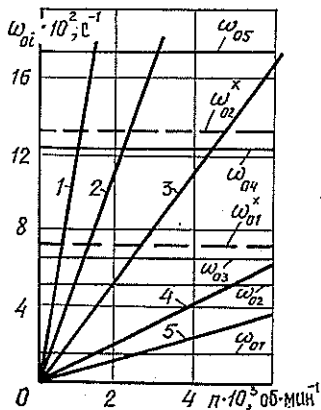


Рис. 2. Диаграмма критических чисел оборотов: 1 — от лопастей вентилятора; 2 — от зацепления втулок цепи с ведущей звездочкой; 3 — от зубьев цепи; 4 — от коленчатого вала; 5 — от вала ведущей звездочки; $\omega_{01}^x, \omega_{02}^x$ — собственные частоты на режиме холостого хода

Анализ результатов показал, что спектр собственных частот содержит низкочастотные $164 c^{-1}$, среднечастотные $(5,23 \dots 17,46) \cdot 10^2 c^{-1}$ и высокочастотные $(2,24 \dots 3,30) \cdot 10^4 c^{-1}$ составляющие. Низкочастотные обусловлены внешними динамическими связями с жесткостями c_6, c_8, c_9 , средние и высокочастотные — внутренними связями системы.

Незначительная ошибка теоретического и экспериментального определений спектра собственных частот ($\leq 8\%$) позволяет рекомендовать расчетную модель для практических расчетов.

Для определения критических чисел оборотов, вызывающих резонансы в трансмиссии, построена диаграмма (рис. 2). (Данные по частотам основных гармоник вынуждающих моментов приведены в работе [5]). Из диаграммы следует, что при пилении в системе привода возможны следующие резонансы:

- 1) III формы колебаний от первых гармоник моментов движущих сил двигателя и сил сопротивлений механизма смазки цепи ($n = 6,3 \cdot 10^3$ об/мин);
- 2) IV формы колебаний от второй гармоники момента сопротивления на ведущей звездочке ($n = 5,9 \cdot 10^3$ об/мин);
- 3) V формы колебаний от первой гармоники момента сопротивления резанию ($n = 6,1 \cdot 10^3$ об/мин).

На режиме холостого хода может наблюдаться резонанс I формы от IV гармоники момента движущих сил двигателя ($n = 2,3 \cdot 10^3$ об/мин). Резонансы трансмиссии возможны и на промежуточных режимах работы двигателя при $n = (2,7; 4,4; 5,0) \times 10^3$ об/мин.

Таким образом, распределение масс и жесткостей системы привода серийной пилы МП-5 «Урал-2» не удовлетворяет требованиям, обеспечивающим отсутствие резонансных явлений. Используя предложенную модель, можно осуществить целенаправленный синтез спектра собственных частот и уменьшить динамические нагрузки в валах привода. Из анализа следует, что при расчете амплитуд вынужденных крутильных колебаний элементов трансмиссии достаточно удержать по две первых гармоники возмущающих моментов, поскольку резонансы с остальными гармониками не наблюдаются и их колебательная мощность незначительна.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 682787 СССР МКИ³ G 01M 19/00. Стенд для испытания переносных моторных пил / Э. А. Келлер (СССР).— № 2569155/29—15; Заявлено 17.01.78; Опубл. 30.08.79, Бюл. № 32 // Открытия. Изобретения.— 1979.— С. 150. [2]. А. с. 1016724

СССР, МКИ³ G 01M 15/00. Способ определения собственных частот крутильных колебаний коленчатого вала кривошипно-ползунного механизма / Э. А. Келлер (СССР).— № 3367816/25—06; Заявлено 23.12.81; Оpubл. 7.05.83, Бюл. № 17 // Открытия. Изобретения.— 1983.— С. 165. [3]. Андреев Р. П. Исследование крутильных колебаний коленчатого вала мотопилы Урал // Динамика и прочность механических систем: Межвуз. сб. № 207.— Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1977.— С. 105—108. [4]. Дмитриев Е. И. Исследование основных элементов бензиномоторных пил с целью совершенствования их конструкций: Дис... канд. техн. наук.— М.: МЛТИ, 1978.— 125 с. [5]. Келлер Э. А. Аппроксимация внешних нагрузок привода пильного аппарата мотопил // Динамика и прочность механических систем: Межвуз. сб. науч. тр., 1981.— С. 15—21.

УДК 66.047.1 : 536.244

ОБ УСТОЙЧИВОМ ДВИЖЕНИИ ДРЕВЕСНЫХ ЧАСТИЦ В ВИХРЕВОЙ СУШИЛЬНОЙ КАМЕРЕ

А. К. ЛЕОНТЬЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Вихревые сушильные камеры широко применяют в деревообрабатывающей промышленности при сушке дробленых кусковых и мелкофракционных отходов деревообработки*. Для организации устойчивой работы таких камер необходима подача сушильного газа с некоторой окружной скоростью, превышающей минимально допустимое значение. Это позволит исключить образование завала частиц на дне камеры.

Минимально допустимой назовем такую окружную скорость газа, при которой твердая влажная древесная частица, покоящаяся вначале на дне горизонтальной вихревой камеры, в последующие моменты времени будет устойчиво двигаться по стенке камеры, т. е. во все время движения частицы будет выполняться условие $N \geq 0$ (где N — сила нормального давления частицы на стенку камеры)**.

Для расчета минимальной окружной скорости газа, с точки зрения организации устойчивого движения частиц в вихревой сушильной камере, рассмотрим плоскую задачу о движении твердой частицы внутри круга, радиус которого равен радиусу сушильной камеры.

Уравнения движения древесной частицы массой m в проекциях на оси полярной системы координат (рис. 1) имеют вид

$$\frac{m\omega^2}{R} = P \sin \varphi + N; \quad (1)$$

$$m \frac{d\omega}{dt} = F_a - P \cos \varphi - F_{тр}, \quad (2)$$

где

N — нормальная реакция поверхности цилиндра;
 $F_{тр} = Nf$ — сила трения частицы на поверхность цилиндра;
 f — коэффициент трения;

$F_a = c_p \frac{\pi d^2}{8} (v - \omega)^2$ — аэродинамическая влекущая сила;

$m = \rho_1 \frac{\pi d^3}{6}$ — масса частицы;

ρ и ρ_1 — плотность газа и частицы;

c — коэффициент сопротивления обтекания частицы (далее принимаем $c = \text{const}$);

d — приведенный диаметр частицы;

v — окружная скорость газового потока;

ω — окружная скорость частицы.

φ — угол между радиусом, проведенным к частице, и горизонтальной осью.

В начальный момент времени частица покоится на дне камеры.

Решение уравнений (1) и (2) следует проводить при начальных условиях

$$t = 0, \omega = 0, \varphi_0 = -\frac{\pi}{2}.$$

* Сабуров Э. Н., Карпов С. В., Егоров А. И. Устройство для подсушки и сжигания отходов // Лесн. пром-сть.— 1981.— № 6.— С. 24—25.

** Предполагается, что древесные частицы имеют форму, близкую к кубической.