

по текущему приросту, лучший показатель в варианте совместного применения далапона, атразина и нитроаммофоски. Положительный эффект раздельного внесения гербицидов и удобрения значительно слабее.

Ни в одном из вариантов опыта не было отмечено повреждений культур под воздействием уходов. Отпад не превышал 2...3%.

Приведенные данные дают основание для вывода о возможности комплексных уходов за культурами ели в условиях таежной зоны. На легкосуглинистых подзолах, где посадка сеянцев проведена в борозды, может быть использована сухая смесь далапона, атразина и нитроаммофоски из расчета $4 + 4 + N_{30}P_{30}K_{30}$ кг/га по д. в. В смесь добавляют древесные опилки (300 кг/га) и равномерно рассыпают ее по поверхности почвы весной, до отрастания сорняков. Подавлять рост травостоя в бороздах, где он развивается слабо, не следует.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вячкилев В. В., Карцев А. Д., Максимов В. Е. Влияние агротехнических приемов на рост культур ели // Лесн. хоз-во.— 1982.— № 1.— С. 36—39.
 [2]. Комплексное применение химических средств при выращивании лесных культур / З. В. Иванова, А. П. Барвинченко, Т. И. Шадрина, Д. В. Соловых // Лесн. хоз-во.— 1983.— № 2.— С. 72—74. [3]. Мартынов А. Н. Комплексный химический уход за культурами ели и сосны // Лесн. хоз-во.— 1985.— № 3.— С. 45—47.

Поступила 16 июня 1987 г.

УДК 621.825 : 630* : 65.011.54

ДИНАМИКА ПЕРЕГРУЗКИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН С ДВУХПОТОЧНОЙ ФРИКЦИОННОЙ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЙ МУФТОЙ

В. Р. КАРАМЫШЕВ, В. Я. ЧИНАРЕВ

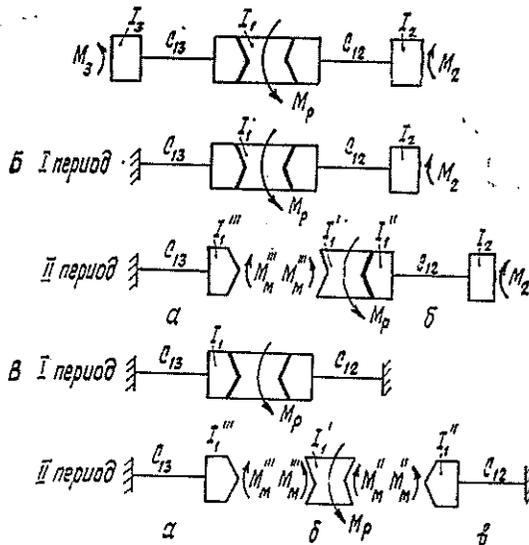
Воронежский лесотехнический институт

Ранее [1, 4] были приведены конструкция и силовой расчет конусной двухпоточной фрикционной предохранительной муфты, предназначенной для защиты от перегрузок рабочих органов лесохозяйственных машин, имеющих разветвленный привод (культиватор КФЛ-1,4, фреза ФЛШ-1,2, некоторые площадкоделатели и др.).

Представляет также интерес динамика перегрузки рабочих органов лесохозяйственных машин, оборудованных двухпоточными фрикционными предохранительными муфтами, рассмотрение которой позволит оценить реальный характер нагружения элементов машин и установить для них более обоснованный резерв прочности.

Для этого следует известными методами [6] привести лесохозяйственную машину к простой расчетной динамической системе. Самой простой расчетной системой для лесохозяйственных машин с двухпоточной фрикционной предохранительной муфтой является трехмассовая (рис. А). В средней массе такой системы встроена двухпоточная предохранительная муфта. На систему действуют рабочий момент M_p и моменты сил сопротивления M_2 и M_3 . Действующие моменты и жесткость системы постоянны. До перегрузки система нагружена моментом M_0 и равномерно вращается с угловой скоростью ω_0 .

При перегрузке системы процесс срабатывания двухпоточной предохранительной муфты по аналогии с [5, 3] можно условно разделить на следующие периоды: I — нарастание нагрузки до момента срабатывания муфты; II — с момента срабатывания муфты до мгновения достижения максимального момента в системе; III — затухание колебаний; IV — установившееся буксование.



Расчетные схемы динамических систем лесохозяйственных машин с двухпоточной фрикционной предохранительной муфтой: А — до перегрузки; Б — перегружен один рабочий объект; В — перегружены два рабочих объекта; а, в — ведомые части систем; б — ведущие части систем

Рассмотрим только два периода: I (переходный) и II, в конце которого возникают максимальные динамические нагрузки. При этом следует учитывать, что перегрузка может возникнуть как на одном рабочем объекте машины (стопорится одна из крайних масс системы), так и на двух (стопорятся одновременно обе крайние массы системы).

1. Перегружен один рабочий объект (стопорится, например, левая масса системы). В этом случае в I периоде система из трехмассовой преобразуется в двухмассовую с заделкой (рис. Б). Дифференциальные уравнения движения этой системы запишутся в виде

$$\left. \begin{aligned} I_1 \frac{d^2\varphi_1}{dt_1^2} + (\varphi_1 - \varphi_2) C_{12} + \varphi_1 C_{13} &= M_p; \\ - I_2 \frac{d^2\varphi_2}{dt_1^2} - (\varphi_1 - \varphi_2) C_{12} &= -M_2, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где I_1 и I_2 — моменты инерции центральной и правой масс системы; φ_1 и φ_2 — углы закручивания; C_{12} и C_{13} — жесткости упругих звеньев.

Преобразуя систему (1), получим:

$$\frac{d^4\varphi_1}{dt_1^4} + \frac{d^2\varphi_1}{dt_1^2} \left(\frac{C_{12} + C_{13}}{I_1} + \frac{C_{12}}{I_2} \right) + \frac{C_{12}C_{13}}{I_1I_2} \varphi_1 = \frac{C_{12}}{I_1I_2} (M_p - M_2). \quad (2)$$

Общее решение уравнения (2) имеет вид

$$\varphi_1 = A \sin k_1 t_1 + B \cos k_1 t_1 + C \sin k_2 t_1 + D \cos k_2 t_1 + E, \quad (3)$$

где A, B, C, D, E — постоянные коэффициенты; k_1 и k_2 — частоты свободных колебаний.

Угол закручивания φ_2 найдем, решая совместно уравнение (3) и второе уравнение системы (1):

$$\varphi_2 = \frac{1}{C_{12}} \left[(C_{12} + C_{13}) \varphi_1 - M_p + I_1 \frac{d^2 \varphi_1}{dt_1^2} \right]. \quad (4)$$

Постоянные коэффициенты определяются из начальных условий, которые для рассматриваемого периода равны:

$$M_{12} = M_{13} = 0; \quad \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{M_0}{C_{12}};$$

$$\dot{\varphi}_1 = \frac{M_0}{C_{13}}; \quad \dot{\varphi}_1 = \dot{\varphi}_2 = \omega_0.$$

Тогда динамические нагрузки в упругих звеньях в I периоде составят

$$M_{12} = (\varphi_1 - \varphi_2) C_{12} = A (I_1 k_1^2 - C_{13}) \sin k_1 t_1 + B (I_1 k_1^2 - C_{13}) \cos k_1 t_1 + C (I_1 k_2^2 - C_{13}) \sin k_2 t_1 - D (I_1 k_2^2 - C_{13}) \cos k_2 t_1 + M_2; \quad (5)$$

$$M_{13} = C_{13} (A \sin k_1 t_1 + B \cos k_1 t_1 + C \sin k_2 t_1 + D \cos k_2 t_1) + M_p - M_2. \quad (6)$$

Динамические моменты M_{12} и M_{13} в I периоде не могут быть больше регулировочного момента муфты M_m'' , так как при равенстве их срабатывает муфта, а расчетная система не соответствует действительной.

Скорость нарастания нагрузки, оказывающая сильное влияние на динамику и точность срабатывания муфты, определится как dM_{12}/dt_1 .

Во II периоде система распадается на ведомую одномассовую с заделкой (рис. Б, а) и ведущую двухмассовую (рис. Б, б).

Большой интерес представляет ведомая одномассовая часть системы с заделкой, так как именно в ней возникают значительные динамические нагрузки при срабатывании муфты. Дифференциальное уравнение, описывающее движение одномассовой части системы, имеет вид:

$$I_1''' \frac{d^2 \varphi_1}{dt_2^2} + \varphi_1 C_{13} = M_m''', \quad (7)$$

где I_1''' — момент инерции левой ведомой части муфты.

Это уравнение полностью совпадает с уравнением движения системы с обычной однопоточной фрикционной предохранительной муфтой [3]. Поэтому полученная ранее зависимость для определения максимальных динамических нагрузок справедлива и для систем, защищенных двухпоточной фрикционной предохранительной муфтой, когда перегружается один рабочий объект системы:

$$M_{13 \max} = \omega_1 \sqrt{I_1''' C_{13}} + M_m'''. \quad (8)$$

Разница заключается в том, что угловая скорость ω_1 , входящая в (8), находится по I периоду как первая производная от угла закручивания φ_1 .

Динамические нагрузки в ведущей двухмассовой части системы (рис. Б, б) можно оценить по зависимостям, приведенным в [2].

2. Перегружены одновременно оба рабочих объекта (стопорятся обе крайние массы системы). Система в I периоде из трехмассовой превращается в одномассовую с двумя заделками (рис. В). Дифференциальное уравнение движения системы для данного периода

$$I_1 \frac{d^2 \varphi_1}{dt_1^2} + \varphi_1 C_{12} + \varphi_1 C_{13} = M_p; \quad (9)$$

или

$$I_1 \frac{d^2 \varphi_1}{dt_1^2} + \varphi_1 (C_{12} + C_{13}) = M_p. \quad (10)$$

Общее решение уравнения (10) можно представить в виде

$$\varphi_1 = A \sin kt_1 + B \cos kt_1 + \frac{M_p}{k^2 I_1}, \quad (11)$$

где k — частота свободных колебаний.

$$\text{При } t_1 = 0 \quad M_{12} = M_{13} = M_0; \quad \frac{d\varphi_1}{dt_1} = \omega_0; \quad \varphi_1 = \frac{M_0}{k^2 I_1}.$$

Тогда постоянные коэффициенты при тригонометрических функциях

$$A = \frac{\omega_0}{k}; \quad B = \frac{M_0 - M_p}{k^2 I_1},$$

а динамические нагрузки в упругих звеньях с жесткостями C_{12} и C_{13}

$$M_{12} = \frac{C_{12} \omega_0}{k} \sin kt_1 + \frac{C_{12} (M_0 - M_p)}{k^2 I_1} \cos kt_1 + \frac{C_{12} M_p}{k^2 I_1}; \quad (12)$$

$$M_{13} = \frac{C_{13} \omega_0}{k} \sin kt_1 + \frac{C_{13} (M_0 - M_p)}{k^2 I_1} \cos kt_1 + \frac{C_{13} M_p}{k^2 I_1}. \quad (13)$$

Скорости нарастания нагрузки для правой и левой части системы получим в виде dM_{12}/dt_1 и dM_{13}/dt_1 .

Период II характерен тем, что система распадается на ведущую одномассовую (рис. В, б) и две ведомые одномассовые с заделками (рис. В, а и рис. В, в).

Сравнивая расчетные схемы (правую и левую) II периода, когда стопорятся оба рабочих объекта (рис. В, а или рис. В, в), с расчетной схемой аналогичного периода при стопорении одного рабочего объекта (рис. В, а), видим их идентичность. Следовательно, выражение (8) можно использовать для подсчета динамических нагрузок, возникающих при срабатывании двухпоточной предохранительной муфты, когда перегружаются одновременно оба рабочих объекта. Для левой ведомой части системы (рис. В, а) оно имеет такой же вид, что и (8), для правой ведомой части системы (рис. В, в) следует вместо I_1''' подставить I_1'' (момент инерции правой части муфты), вместо C_{13} — C_{12} , а вместо M_M''' — M_M'' (регулировочный момент муфты, правой ее части). Скорость ω_1 , которая будет входить в эти выражения, определится по I периоду:

$$\omega_1 = \omega_0 \sin kt_1 + \frac{M_0 - M_p}{k I_1} \cos kt_1. \quad (14)$$

Таким образом, рассмотрение поэтапного процесса перегрузки систем лесохозяйственных машин, защищенных двухпоточной фрикционной предохранительной муфтой, показывает, что максимальные динамические нагрузки, возникающие при срабатывании муфты, зависят от моментов инерции и жесткости системы, регулировочных моментов муфты и особенно от моментов инерции ее ведомых частей и угловой скорости системы, а также от перегрузки одного или обоих защищаемых рабочих объектов. Экспериментальные данные, полученные при испытании двухпоточной муфты на специальном стенде, имитировавшем трехмассовую динамическую систему, достаточно хорошо согласуются с расчетными, выполненными по полученным формулам. Несколько выше (на 6...8 %) расчетные данные.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 1016586 СССР. Фрикционная предохранительная муфта / В. Р. Карамышев // Открытия, Изобретения.— 1983.— № 17. [2]. Карамышев В. Р., Нартов П. С. Динамика ротационных лесохозяйственных машин с боковым приводом при их перегрузке // Лесн. журн.— 1981.— № 6.— С. 26—29.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Карамышев В. Р., Нартов П. С. Повышение надежности работы предохранительных муфт лесохозяйственных машин.— Воронеж: ВГУ, 1983.— 140 с. [4]. Карамышев В. Р., Нартов П. С. К расчету предохранительной муфты разветвленных систем приводов лесохозяйственных машин // Лесн. журн.— 1984.— № 1.— С. 25—27.— (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Карамышев В. Р., Попов Е. М. Расчет динамических нагрузок деталей привода сельхозмашин с упруго-предохранительной муфтой // Науч. тр. / ВСХИ.— 1976.— Т. 75.— С. 42—45. [6]. Кожевников С. Н. Динамика машин с упругими звеньями.— Киев: АН УССР, 1961.— 160 с.

УДК 630*892.2

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ВАРЬИРОВАНИЯ МАССЫ ЯГОД КЛЮКВЫ

(*Oxycoccus quadripetalus* Gilib.)

Т. В. ЛУБОВА, И. В. БОЧАРОВ

ВНИИЛМ

Продовольственная программа СССР поставила перед лесным хозяйством задачу интенсификации заготовок и воспроизводства недревесных ресурсов леса. Одна из наиболее перспективных для хозяйственного освоения дикорастущих ягод — клюква. Она обладает ценными пищевыми и лекарственными свойствами, хорошо транспортируется и хранится.

Урожайность клюквы определяется через число ягод на единице площади и среднюю массу одной ягоды. Вторая характеристика считается одной из важнейших. Исследования закономерностей распределения и варьирования этого показателя необходимы для объективной и детальной оценки запасов клюквы.

Экспериментальный материал собирали в полевой период 1984 г. на клюквенных болотах Московской и Калининской областей, их лесоводственная характеристика представлена в табл. 1.

Методика эксперимента заключалась в закладке учетных площадок размером 1 м² методом систематической выборки и сбором зрелых ягод на них. Из числа собранных ягод отбирали три образца по 150 ягод. Каждую ягоду взвешивали на весах ВЛК-500 с точностью 0,01 мг. Математико-статистический анализ экспериментального материала проводили по программе РД1 «Выбор закона распределения одномерной случайной совокупности» на ЭВМ ЕС-1030. Результаты его позволяют выявить распределение,

Таблица 1

Лесоводственная характеристика клюквенных болот

Но- мер объ- екта	Район исследования	Тип питания	Тип условий местопрораста- ния	Травяно-кустарнич- ковая раститель- ность
I	Калининская область, Жарковский район	Олиго- трофный	Сосняк сфагно- во-кустарнич- ковый	Мирт, пушица, клюква
II	То же	»	То же	Багульник, подбел, пушица, клюква
III	Калининская область, Торопецкий район	»	»	Пушица, мирт, ба- гульник, подбел, клюква
IV	Московская область, Загорский район	Мезо- трофный	Осоко-сфагно- вое болото	Осока, тростник, вахта, клюква