

Внедрению новых древесных видов в лесные насаждения должно предшествовать глубокое теоретическое и экспериментальное обоснование целесообразности их использования в конкретных условиях местопроизрастания.

Для обогащения видового состава и повышения продуктивности лесных насаждений Украины в первую очередь должны быть использованы высокопродуктивные древесные виды других районов Советского Союза.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Байтала В. Д. Задачи украинских лесоводов // Лесн. хоз-во.—1983.— № 10.— С. 6—7. [2]. Калужский К. К., Крылов Г. В., Болотов Н. А. Опыт и перспективы интродукции древесных пород в создании лесов будущего // Лесн. журн.—1981.— № 5.— С. 6—14.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Мелехов И. С. Лесоведение и лесоводство.— М.: МЛТИ, 1970.— 148 с.

УДК 621.828.2

### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕСУРСА ШАРНИРОВ ЛЕСНЫХ МАШИН

В. Н. АНДРЕЕВ, О. Л. ХРАМЦОВА, Г. Ф. ХРАМЦОВ

Ленинградская лесотехническая академия  
Хабаровский политехнический институт

Как известно, каждое техническое устройство можно охарактеризовать определяющим параметром, который служит мерой изменения качества объекта. Для тяжело нагруженных шарниров соединений лесных машин это износ ( $I$ ).

Износ — функция времени, в связи с чем одним из основных показателей его является скорость изнашивания ( $V_{и}$ ), т. е. отношение величины износа ко времени, в течение которого он возникает:

$$V_{и} = \frac{dI}{dt}.$$

Износ шарниров, который вызывает изменение линейных размеров и увеличение зазоров между сопряженными деталями, протекает до определенного предельного значения  $I_{пр}$ . Превышение износа за предельно допустимый параметр повлечет чрезмерное увеличение динамических нагрузок на элемент или группу их, в частности, на элемент металлоконструкций технологического оборудования лесных машин.

Поэтому можно считать, что отказ в шарнирном соединении соответствует превышению износа или скорости изнашивания за предельно допустимые параметры  $I_{пр}$  и  $V_{и, пр}$ . Износ и скорость изнашивания — величины случайные, зависящие от действия многих факторов. Для тяжело нагруженных низкоскоростных шарниров лесных машин характеристики износа зависят от нагрузки, которая, в свою очередь, является случайной величиной.

При прогнозировании показателей долговечности шарниров особенно важен учет случайного характера действующих нагрузок, а также случайного протекания процессов износа. Наиболее точно такой учет может быть произведен на основе всесторонних эксплуатационных испытаний и соответствующей статистической обработки информации. Однако этот путь трудоемок и дорог. Поэтому целесообразно достоверные характеристики получать комплексным методом, используя экспериментальные данные в качестве исходной информации.

При прогнозировании ресурса шарниров исходными данными являются математическое ожидание  $mV_{и}$  и дисперсия  $DV_{и}$  скорости изнашивания материала шарниров в стационарный период работы. Их можно определить в результате испытаний на стенде, имитирующих работу шарниров лесных машин, в характерном нагрузочно-скоростном диапазоне для нескольких значений нагрузок ( $P_1, P_2, \dots, P_n$ ), с учетом вероятностных характеристик распределения нагрузок в шарнирах лесных машин  $mP$  и  $DP$ , полученных при эксплуатационных испытаниях.

Результаты стендовых испытаний позволяют установить зависимости

$$mV_{и} = f(P); \quad DV_{и} = f(P).$$

Они, как правило, имеют нелинейный характер и достаточно точно аппроксимируются уравнениями вида:

$$mV_{и} = a_0 + a_1P + a_2P^2; \quad (1)$$

$$DV_{и} = b_0 + b_1P + b_2P^2. \quad (2)$$

Однако, поскольку в реальных шарнирах случайная функция скорости изнашивания зависит от случайного аргумента нагрузки, стохастическая связь между которыми имеет вид:

$$\hat{V}_{и} = f(\hat{P}), \quad (3)$$

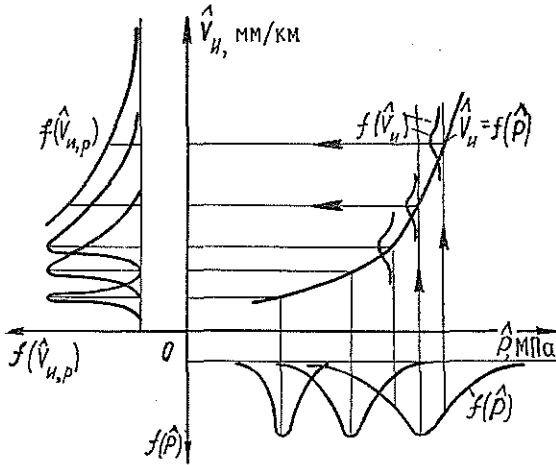


График зависимости скорости изнашивания шарниров ( $\hat{V}_{и}$ ) от действующей на них нагрузки ( $\hat{P}$ ):  $f(\hat{V}_{и})$  — плотность распределения скорости изнашивания в характерном нагрузочном скоростном диапазоне для дискретных значений нагрузок;  $f(\hat{P})$  — плотность распределения нагрузок в шарнире;  $f(\hat{V}_{и, p})$  — плотность распределения скорости изнашивания, полученная с учетом случайного характера нагружения

представленный на рисунке, необходимо выполнить пересчет характеристик износа на реальные условия эксплуатации по нагрузке. Такой пересчет можно осуществить следующим образом. Имея в виду, что распределение нагрузок в шарнирах подчиняется нормальному закону распределения [1, 2] и зная величину  $mP$  и  $DP$ , можно случайную нагрузку  $\hat{P}$  представить в виде суммы:

$$\hat{P} = mP + DP\hat{\xi}_1, \quad (4)$$

где  $\hat{\xi}_1$  — случайное число из таблиц случайных чисел, имеющих нормальное нормированное распределение.

Тогда, используя зависимости (1), (2), можно получить случайные величины  $m\hat{V}_{и, p}$  и  $D\hat{V}_{и, p}$ :

$$m\hat{V}_{и, p} = a_0 + a_1\hat{P} + a_2\hat{P}^2; \quad (5)$$

$$D\hat{V}_{и, p} = b_0 + b_1\hat{P} + b_2\hat{P}^2. \quad (6)$$

Случайная величина  $\hat{V}_{и, p}$  определяется по выражению

$$\begin{aligned} \hat{V}_{и, p} = & [a_0 + a_1(mP + DP\hat{\xi}_1) + a_2(mP + DP\hat{\xi}_1)^2] + \\ & + [b_0 + b_1(mP + DP\hat{\xi}_1) + b_2(mP + DP\hat{\xi}_1)^2]\hat{\xi}_1. \end{aligned} \quad (7)$$

Процесс вычисления сводится к многократным расчетам искомой величины  $\hat{V}_{и, p}$ . Имея ряд дискретных значений  $V_{и, p}$ , можно получить закон распределения

и вероятностные характеристики  $mV_{и,р}$  и  $DV_{и,р}$ , которые используются при прогнозировании технического ресурса шарниров.

Математическое ожидание наработки шарнира определяют по выражению

$$mT = \frac{I_{пр} - mI_0}{mV_{и,р}}, \quad (8)$$

где  $mI_0$  — сумма начального зазора в сопряжении и приработочного износа.

По имеющимся данным легко определить параметры аппроксимирующей функции плотности распределения ресурса, величину гамма-процентного ресурса, вероятности безотказной работы шарниров от удельного давления и далее, задаваясь допустимым по условиям эксплуатации сроком службы шарнира, найти допускаемое удельное давление.

Приведенная методика позволяет учесть нелинейный характер связи между случайными величинами  $\widehat{V}_{и}$  и  $\widehat{P}$  и прогнозировать вероятностные характеристики ресурса шарниров на стадии проектирования по результатам лабораторных испытаний с учетом условий реальной эксплуатации.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ерыгин Б. А. Исследование работоспособности узлов трения гидроманипуляторов лесосечных машин: Автореф. дис... канд. техн. наук.— Л.: ЛТА, 1982.— 19 с.  
[2]. Кралин В. С. Статистическая оптимизация манипуляторов лесозаготовительных машин по критерию материалоемкости: Автореф. дис... канд. техн. наук.— Л.: ЛТА, 1982.— 19 с.

УДК 674.072

## СКОРОСТЬ ДЕСТРУКЦИИ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ВОЗГОРАНИИ

Р. И. РЫКОВ

Восточно-Сибирский технологический институт

При 270...290 °С древесина возгорается с изменением геометрических размеров сечения — наиболее существенных характеристик, определяющих предел огнестойкости конструкций. При 500...800 °С образуется слой угля, затем пламя может исчезнуть и начинается обезвоживание нижележащего слоя древесины [2]; при 800...1000 °С он воспламеняется и при дальнейшем нагреве превращается в пепел.

Время начала воспламенения зависит от влажности древесины. При 10...14 % воспламенение начинается через 2...4 мин, а при 18...26 % — через 5...6 мин [1]. В расчетах принимают  $\tau_0 = 3...5$  мин [1]. Горение антипирированных деревянных конструкций из-за прогрета до температуры 600 °С, при которой загорается огнезащитная древесина, начинается через 8 мин. Воспламенение антипирированной фанеры наступает также позже непропитанной.

Глубина обугливания (деструкции) определяется непосредственно удалением сгоревшей части стальной щеткой, причем не установлена зависимость глубины обугливания от вида напряженного состояния конструкции.

Важно изучить процесс трещинообразования в зависимости от вида напряжения, особенно при растяжении, скалывании, растяжении в поперечном изгибе. Для несущей способности древесины неблагоприятно наличие трещин, которые при горении увеличиваются.

Глубину обугливания трещин можно определить по методике измерения глубины гнили по ГОСТ 18610—73 металлическим щупом, имеющим на конце сечение 0,5 × 4 мм. Щуп длиной 18 см имеет деления и позволяет измерять глубину деструктивировавшейся древесины с точностью до 0,5 мм.

Для определения предела огнестойкости деревянных конструкций важно найти скорость распространения пламени по поверхности древесного материала, по существу являющейся характеристикой разрушения сечения элемента вдоль его длины. С увеличением плотностей древесины распространение пламени уменьшается. М. Я. Ройтман считает экспериментально определяемую скорость распространения пламени пониженной в десятки раз по сравнению с реальной в условиях пожара (до 40 м/мин).

Следовательно, процесс разрушения древесины при пожаре можно представить как процесс, развивающийся в двух плоскостях: по поверхности и вглубь древесины. Это явление можно описать аналитически.

Скорость деструкции древесины при нагреве можно определить по времени достижения части элемента критических температур. При этом сопротивление древесины