

$$M_g = \frac{\pi d^2}{4} p_n \eta r_n$$

где p_n — номинальное давление в гидроприводе;
 η — КПД гидроцилиндра.

Момент сопротивления зачерпыванию челюстью грейфера соответствующего материала

$$M_q = Pl.$$

Из условия $M_d = M_q$ следует

$$d = \sqrt{\frac{4Pl \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \sin \alpha_n}}{\pi p_n \eta ab \cos \alpha_n}} \quad (8)$$

По нормам ОСТ 22—1417—79 выбирают гидроцилиндр диаметром $d_n \geq d$ с конструктивным размером H , затем уточняют $N = \frac{2S_x + H}{S_x + H}$ и снова a , S_x и H . Выбор значений a и S_x заканчивается при достижении равенства конструктивному размеру нормализованного гидроцилиндра.

Предлагаемая методика учитывает взаимозависимость параметров челюстного механизма с индивидуальным гидравлическим приводом и позволяет установить аналитические зависимости между координатами крепления челюсти и гидроцилиндра грейфера из условия полного использования хода поршня унифицированного гидроцилиндра, а также аналитическую зависимость движущего момента от координат крепления челюсти и гидроцилиндра и точек их соединения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 1189785 (СССР). Способ зачерпывания материала многочелюстным грейфером и многочелюстной грейфер для его осуществления/ Г. В. Корюгин, В. Д. Тараканов.— Оpubл. в Б. И., 1985, № 41. [2]. Вайнсон А. А., Андреев А. Ф. Крановые грузозахватные устройства: Справочник.— М.: Машиностроение, 1983.— 304 с. [3]. Таубер Б. А. Грейферные механизмы.— М.: Машиностроение, 1967.— 424 с.

УДК 621.935 : 620.171.5

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ДЕРЕВОРЕЖУЩИХ ПОЛОСОВЫХ ПИЛ ПОД НАГРУЗКОЙ

Я. М. ШИРЯЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Надежность дереворежущих пил в условиях эксплуатации зависит как от свойств материала (микронеоднородности, наличия дефектов-трещин), так и условий нагружения, которые обладают той или иной степенью случайности. Поэтому для оценки предельного состояния таких изделий, как дереворежущие пилы, ослабленных концентрацией напряжений, вызываемой дефектами, необходим, кроме детерминистического, вероятностно-статистический подход [2, 3]. Очевидно, вероятность отказа можно снизить, помимо снижения уровня нагруженности и увеличения средней прочности материала, уменьшением дисперсии прочности используемых материалов.

В данной работе с помощью методов фотомеханики [1] рассмотрено напряженное состояние рамных пил с зубьями (по ГОСТ 5524—75) при наличии во впадинах дефектов-трещин, определены коэффициенты интенсивности напряжений (КИН)—параметры разрушения. По полученным значениям КИН на основе функции распределения прочности Вейбулла дана оценка несущей способности и надежности пил.

Напряжения при наличии геометрической неоднородности исследовали поляризационно-оптическим методом «замораживания» деформаций [1] на плоских моделях толщиной 2—3 мм с трещинами в зоне максимальной концентрации напряжений согласно [5].

Модели изготовляли из оптически чувствительного материала на основе эпоксидной смолы ЭД-16 М в масштабе 1 : 5 и нагружали растягивающей нагрузкой при температурном режиме, обеспечивающем замораживание деформаций.

Трещины наносили на модель в высокоэластичном состоянии при помощи специального тонкого лезвия. Модель с дефектом выдерживали в термостате при температуре замораживания, а затем медленно охлаждали.

Для измерения оптической разности хода у вершины трещины применяли поляризационный микроскоп МИН-5, источником света служил мощный фонарь с ртутной

лампой. Оптическую разность хода измеряли методом полос.

Сначала просвечивали плоскую модель толщиной 2—3 мм, затем для уточнения оптической разности хода у вершины трещины этот образец утончали до 0,8—1,0 мм.

Зная распределение напряжений вблизи вершины трещины, полученное по данным поляризационно-оптического исследования, можно определить КИН (далее в тексте и на рисунках — K_I). Напряжения σ_{ij} у вершины трещины в рамках линейной механики разрушения описывают асимптотическими формулами вида

$$\sigma_{ij} = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} f_{ij}(\theta), \quad (1)$$

где r и θ — полярные координаты точек с полюсом в вершине трещины, направление которой совпадает с радиусом r при $\theta = 0$ (рис. 1).

Если по данным поляризационно-оптических измерений построить зависимость напряжений от $r^{-1/2}$ вдоль луча, выходящего из основания трещины при $\theta = 0$, то получится прямая с углом наклона, пропорциональным K_I к оси, вдоль которой откладывают $r^{-1/2}$:

$$\sigma_y = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi}} r^{-1/2}. \quad (2)$$

Для вычислений K_I формула (2) приведена к виду

$$\frac{K_I}{\sigma_n} = \sqrt{2\pi d/2} \left(\frac{r}{d/2}\right)^{1/2} \frac{\sigma_y}{\sigma_n}. \quad (3)$$

Здесь $\frac{r}{d/2}$ — безразмерное расстояние от вершины трещины;
 σ_n — номинальное напряжение.

Поскольку K_I — размерная величина, то, в соответствии с теорией подобия, при переходе от модели к натуре необходимо использовать зависимость [1]:

$$K_{\text{нат}} = \left(\frac{\sigma_{\text{нат}}}{\sigma_{\text{мод}}}\right) \left(\frac{l_{\text{нат}}}{l_{\text{мод}}}\right)^{1/2} K_{\text{мод}}. \quad (4)$$

На рис. 2 в безразмерной форме представлена типичная экспериментальная кривая зависимости K_I от расстояния от вершины трещины глубиной $l = 0,1$ мм. В идеальном случае зависимость должна быть прямой линией, параллельной оси абсцисс.

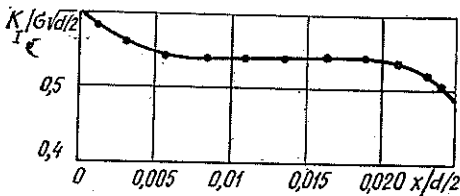


Рис. 2. Экспериментальная зависимость K_I от расстояния от вершины трещины.

Как видно из рисунка, в средней части рассматриваемого диапазона расстояний наблюдается постоянство K_I . В начале и в конце этого диапазона имеют место несовпадения, обусловленные, по-видимому, большим градиентом напряжений в непосредственной близости вершины трещины и недействительностью асимптотических формул (1) на сравнительно больших расстояниях от этой трещины.

На рис. 3 по полученным экспериментальным данным построены зависимости K_I от глубины трещины при различных номинальных напряжениях в пилах.

Если для пилы на простых образцах из этого же материала найти критическую величину K_{Ic} , при которой образец разрушается, то из условия трещиностойкости $K_I \leq K_{Ic}$ получим уравнение для определения критических напряжений σ_c при заданной глубине трещины или критической глубине l_c при заданном номинальном на-

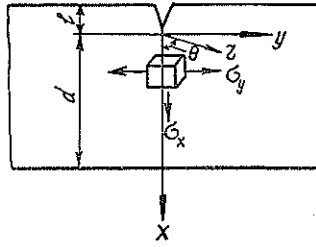


Рис. 1. Расчетная схема элемента с трещиной.

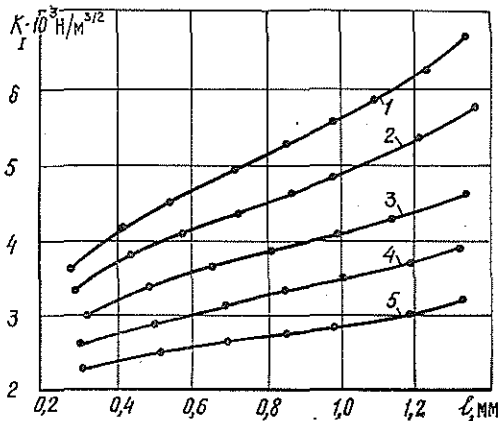


Рис. 3. Экспериментальная зависимость K_I от глубины трещины при различных напряжениях.

1 — $\sigma_n = 0,1$ МПа; 2 — 0,08;
3 — 0,07; 4 — 0,06; 5 — 0,05 МПа.

пряжении. По данным работы [4], для стали 9ХФ, обычно применяемой для изготовления дереворежущих пил, $K_{Ic} = 22 \text{ МН/м}^{3/2}$.

Полученные данные использовали для исследования влияния дефектов в виде трещин на надежность пил под нагрузкой. Пусть функция распределения прочностных характеристик материала пилы задана функцией Вейбулла [2], широко применяемой в статистике экстремальных значений. Основное допущение теории Вейбулла состоит в том, что материал разрушается, когда напряжение вблизи критического дефекта становится достаточно большим, чтобы вызвать распространение трещины (гипотеза слабейшего звена).

Надежность пил под нагрузкой

$$P = \exp \left[- \left(\frac{\sigma_n}{\sigma_c} \right)^m \right], \quad (5)$$

где m — параметр распределения, характеризующий неоднородность структуры материала.

Для критических напряжений σ_c , найденных с использованием экспериментальных кривых (рис. 3), вычисляем надежность пил при различных уровнях действующих напряжений и $m = 3-6$. В качестве примера рассмотрена пила с трещинами глубиной $l = 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 1,0; 1,2$ мм. Для такой пилы построены кривые надежности при постоянном напряжении и различных m (рис. 4), а также кривые надежности при постоянном m и различных напряжениях σ_n (рис. 5).

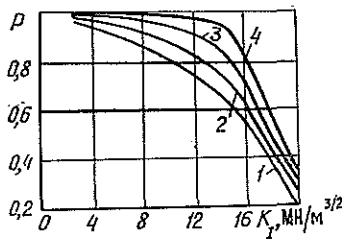


Рис. 4. Кривые надежности пил в зависимости от K_I при постоянном напряжении σ и различных значениях m .

1 — $m = 3$; 2 — 4; 3 — 5; 4 — 6.

Пусть технологический процесс эксплуатации пилы требуется спроектировать так, чтобы ее надежность была $P = 0,98$. Иными словами, работа конструкции будет считаться удовлетворительной, если 98 % всех образцов пилы не разрушится.

Согласно (5), зависимость между номинальными напряжениями σ_n и критическими σ_c или между K_I и K_c определяется:

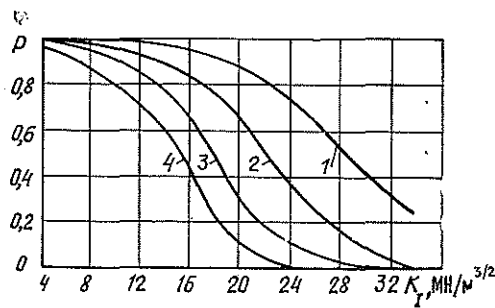


Рис. 5. Кривые надежности пил в зависимости от K_I при постоянном m и различных напряжениях σ .

1 — $\sigma = 300$ МПа; 2 — 400; 3 — 500; 4 — 600 МПа.

$$\left. \begin{aligned} \sigma_n &= \sigma_c \sqrt{\frac{m}{-\ln P}}; \\ K_I &= K_{Ic} \sqrt{\frac{m}{-\ln P}}. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

По формулам (6) или графикам на рис. 4, 5 при заданном параметре m находим величины K_I и σ_n . Например, если $R = 0,98$, $m = 6$, то $K_I = 13 \text{ МН/м}^{3/2}$ и $\sigma_n = 300 \text{ МПа}$. Далее с помощью формул теории подобия (4), а также графиков рис. 3, в которых фигурирует глубина трещины, находим $l = 1 \text{ мм}$.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Александров А. Я., Ахмятзянов М. Х. Поляризационно-оптические методы механики твердого тела.— М.: Наука, 1973.— 289 с. [2]. Бонди А. А. Надежность как свойство материалов.— Теоретические основы инженерных расчетов, 1979, № 1, с. 27—34. [3]. Грубе А. Э. Дереворежущие инструменты.— М.: Лесн. пром-сть, 1971.— 343 с. [4]. Черепанов Г. П. Механика хрупкого разрушения.— М.: Наука, 1974.— 640 с. [5]. Ширяев Я. М., Гембицкий М. Я., Лобанов В. М. Исследование напряженного состояния в рамной пиле.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1977, № 1, с. 85—89.

УДК 674.093.6-412.85

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПОСОРТНОГО СОСТАВА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ НА ОБЪЕМ ПАРТИИ ЗАПУСКА СОРТИРОВОЧНО-ПАКЕТИРУЮЩИХ ЛИНИЙ

А. В. ГРАЧЕВ, В. И. БАРАШИКОВ

Ленинградская лесотехническая академия
Уральский лесотехнический институт

В соответствии с основными направлениями развития лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности лесопильные предприятия переходят на новую технологию, предусматривающую одноразовую окончательную торцовку сухих пиломатериалов на базе применения импортных и отечественных сортировочно-пакетирующих линий типа «План-Селл» и БСП ЦНИИМОД.

Эффективность работы этих линий во многом зависит от объемов партий запуска Q , м³, которые рассчитывают по формуле*:

$$Q = \frac{Q_0}{K_c(1 - K_n)}, \quad (1)$$

где Q_0 — объем остатка пиломатериалов в карманах в момент перехода линии на обработку другого сечения, м³;

K_c — коэффициент ведущего сорта пиломатериалов;

K_n — коэффициент накопления транспортных пакетов.

В связи с тем, что K_c оказывает большое влияние на Q , нами проведены исследования на Соломбальском ЛДК с целью определения среднемесячных и среднегодовых коэффициентов посортного состава C сосновых экспортных пиломатериалов (ТУ 13—316—76) и их среднего квадратичного отклонения $\pm n\sigma$.

Анализ результатов (рис. 1) показал, что в течение года посортный состав пиломатериалов колеблется в широких пределах. Наибольшие изменения претерпевают пиломатериалы IV сорта средней группы толщин (28—50 мм), а наименьшие — IV сорта толстые (63—75 мм).

По ряду причин достаточно точное текущее прогнозирование посортного состава весьма затруднительно. Вследствие этого, вариация посортного состава пиломатериалов приводит к отклонению расчетных Q объемов партий запуска от фактически необходимых Q_n в большую Q_1 или меньшую Q_2 сторону.

Вариация фактически необходимых объемов

$$\Delta Q = Q_1 - Q_2. \quad (2)$$

$$\text{Здесь } Q_1 = \frac{Q_0}{(K_c - n\sigma)(1 - K_n)}; \quad (3)$$

* Грачев А. В. Обработка сухих пиломатериалов: Лекции для студентов факультета механической обработки древесины — Л.: Изд-во ЛТА, 1977, с. 40.