

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.053

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОГОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ИНТЕНСИВНОСТИ НАПРЯЖЕНИЙ СТАЛЕЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕРЕВОРЕЖУЩИХ ПИЛ

Л. В. СЕНЬКЕВИЧ, В. В. СОЛОВЬЕВ, А. М. МОРГАЧЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Выбор материалов для изготовления дереворежущих пил возможен лишь на основе комплексной оценки механических характеристик материала.

Использование кинетических подходов к оценке работоспособности пил требует изучения таких параметров, которые характеризуют способность материала сопротивляться распространению трещин. При статических нагрузках применительно к дереворежущим пилам как к тонким пластинам такой характеристикой является критический коэффициент интенсивности напряжений K_c , определяющий переход трещины в нестабильный режим развития. Значения K_c для различных типов пил и материалов содержатся в работах [5, 6]. Отмеченная характеристика при всей важности ее для расчета дереворежущих пил, не позволяет однозначно описывать состояние трещины на различных уровнях циклических нагрузений.

Закономерности развития трещин, обнаруживаемые в эксперименте, показывают, что при любых циклах нагружений существует такое значение коэффициента интенсивности напряжений (КИН), ниже которого рост трещины не происходит. Эта величина также представляет собой характеристику трещиностойкости материала и называется пороговым коэффициентом интенсивности напряжений K_{th} .

В настоящее время для определения этого параметра используют аналитические [2, 4], а также экспериментальные зависимости, основанные на установлении корреляционных связей между K_{th} и наиболее легко определяемыми в опыте характеристиками. Например, для низколегированных сталей предложено следующее уравнение [3]:

$$K_{th,0} = 12,7 - 0,006\sigma_r, \quad (1)$$

где $K_{th,0}$ — пороговый КИН при отнулевом цикле;

σ_r — предел текучести материала.

Хорошую оценку порогового КИН для большинства неорганических материалов дает соотношение [4]:

$$K_{th,0} = \frac{E}{10} \sqrt{\frac{3\pi}{2} \rho}, \quad (2)$$

где E — модуль упругости материала;

ρ — размер критически напряженного элемента у вершины трещины.

Величина ρ характеризует неоднородность свойств материала и находится в пределах от 0,025 до 0,1 мкм.

Для других характеристик (R) циклов нагружения $K_{th, R}$ вычисляют по формуле [4]

$$K_{th, R} = K_{th, 0} \frac{1 + 0,5\nu}{1 + 0,5\nu(1 + R)/(1 - R)}, \quad (3)$$

где $\nu = 2K_{th, 0}/(2K_c - K_{th, 0})$;

$$R = K_{\min}/K_{\max}.$$

Здесь K_{\min} , K_{\max} — минимальное и максимальное значения КИН.

В данной работе K_{th} определяли опытным путем. Вместе с тем оценивали возможность применения зависимостей (1) и (2) для сталей дереворежущих пил.

Исследования выполняли на стандартной испытательной машине УМЭ-10 ТМ, оснащенной специально сконструированной приставкой, создающей переменную составляющую напряженного состояния. Образцы на внецентренное нагружение изготавливали в соответствии с требованиями [1] из материала пил, находящихся в эксплуатации на Архангельском ЦБК. Толщина образцов 5,0...5,5 мм. Нагружение производили по отнулевому циклу ($R = 0$).

Максимальное значение КИН вычисляли по формуле

$$K_{\max} = \frac{P_{\max}}{HVB} 13,74 \left[1 - 3,35 \frac{l}{B} + 5,57 \left(\frac{l}{B} \right)^2 \right], \quad (4)$$

где P_{\max} — максимальная нагрузка за цикл;

H, B — толщина и ширина образца;

l — длина трещины.

Образцы нагружали, начиная от высоких уровней напряжений, при которых скорость роста трещины составляла около 10^{-3} мм/цикл. Затем нагрузку снижали до тех пор, пока скорость распространения трещины (ν) не оказывалась равной или близкой к нулю. Считали, что значение порогового коэффициента интенсивности достигнуто, если $\nu < 10^{-7}$ мм/цикл. Значение $K_{th, 0}$ вычисляли по формуле (4) для соответствующей длины трещины и нагрузки.

Для сталей 9ХФ и 7ХН2МФА твердостью 43,3 НРС значения пороговых коэффициентов интенсивности напряжений составили соответственно 12,2 и 11,8 МПа · м^{1/2}. С помощью математической статистики получены среднеквадратичные отклонения для этих величин: 2,1 и 2,4 МПа · м^{1/2} при точности опыта 3,25 и 4,81 % и коэффициенте вариации 17,2 и 20,3 % соответственно для перечисленных выше марок сталей.

Эксперименты показали следующее. Во-первых, рассеяние параметров процесса разрушения значительно больше в области малых скоростей развития трещин, чем в области средних скоростей при устойчивом распространении трещины. Причем вариационные характеристики исследуемого параметра для группы образцов значительно выше, чем полученные в опытах на одном образце. В этом, по-видимому, проявляется подтвержденная и при испытаниях другого типа существенная неоднородность материала. Во-вторых, при знакопеременном цикле с положительным средним значением КИН не происходит изменения K_{th} . Поэтому отнулевой цикл и циклы с $R < 0$ расценивают как эквивалентные. Это обстоятельство объясняется тем, что в области отрицательных КИН рост трещины не происходит.

Из приведенных ранее зависимостей наиболее приемлема для рассматриваемых сталей формула (2). Для $\rho = 0,02 \dots 0,10$ мкм получим значения $K_{th} = 6,13 \dots 13,72$ МПа · м^{1/2}. Эти значения полностью укладываются в область рассеяния, установленную экспериментально.

Таким образом, для осредненных оценок работоспособности пил в качестве первого приближения может быть использовано среднее значение K_{th} , полученное на основании формулы (2). Отметим, что в формулу (2) не входит толщина образца. Это обстоятельство нуждается в дополнительной экспериментальной проверке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. ГОСТ 25.506—85. Методы механических испытаний металлов. Определение характеристик трещиностойкости (вязкости, разрушения) при статическом нагружении.— Введ. 01.01.86 до 01.01.91.— М.: Изд-во стандартов, 1985.— 61 с. [2]. Гуревич С. Е., Едидович Л. Д. О скорости распространения трещины и пороговых значениях коэффициента интенсивности напряжений в процессе усталостного нагружения // Усталость и вязкость разрушения металлов.— М.: Наука, 1974.— С. 36—78. [3]. Гусев А. С. Сопротивление усталости и живучесть конструкций при случайных нагрузках.— М.: Машиностроение, 1989.— 246 с. [4]. Кудрявцев П. И. Нераспространяющиеся усталостные трещины.— М.: Машиностроение, 1982.— 172 с. [5]. Соловьев В. В., Микловчик Н. Ю., Бачин О. И. К вопросу о скорости роста трещины в пилах для поперечной распиловки бревен // Машины и инструменты деревообрабатывающих производств: Межвуз. сб. науч. тр.— Л.: ЛТА, 1989.— С. 19—21. [6]. Соловьев В. В., Михайлова А. Р. Расчет на прочность деревообрабатывающих пильных инструментов по стадии разрушения // Лесн. журн.— 1983.— № 6.— С. 62—67.— (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 13 апреля 1990 г.

УДК 674.815-41:613.63

ПОРИСТОСТЬ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Е. М. РАЗИНЬКОВ

Воронежский лесотехнический институт

Пористость материала является существенной характеристикой, влияющей на ее физико-механические свойства. Пористость материала (%) определяют по известной формуле [1]

$$P_m = 100(1 - \rho_m / \rho_{в.м}), \quad (1)$$

где $\rho_m, \rho_{в.м}$ — плотности образца и вещества материала соответственно, кг/м³.

Цель настоящих исследований — определить пористость древесностружечной плиты в целом и по ее слоям, а также пористость древесных частиц и объем пор, заполненных связующим.

В общем виде пористость древесностружечной плиты складывается из объема пор древесных частиц ($P_{д.ч}$) и объема пор межстружечного пространства ($P_{м.п}$):

$$P_p = P_{д.ч} + P_{м.п} \quad (2)$$

Объем пор в древесных частицах можно определять, зная объем пор, занятых связующим:

$$P_{д.ч} = P_{д.ч}^p - P_{з.с}, \quad (3)$$

где $P_{д.ч}^p, P_{з.с}$ — объемы пор древесных частиц с учетом заполнения части их связующим (расчетное значение пористости частиц) и пор, занятых связующим соответственно, %.

Из формулы (3) имеем

$$P_{з.с} = P_{д.ч}^p - P_{д.ч} \quad (4)$$

Поскольку величина $P_{з.с}$ пока не известна, пористость древесных частиц можно устанавливать по формуле (2):

$$P_{д.ч} = P_p - P_{м.п} \quad (5)$$

Пористость плиты можно определять также по формуле, аналогичной формуле (1):