

ЛИТЕРАТУРА

1. Сурус А.И., Урбанек Ж.М., Пуровская И.И., Ольшевский А.Ф. Влияние частоты механических колебаний на содержание компонентов в расплаве азотсодержащих солей и диффузию азота в сталь при ХТО// Труды БГТУ Вып.2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность.-Мн.,1994. - С.158-161.
2. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. - М.: Финансы и статистика, 1981.

УДК 621.185.532.

А. В. Новицкий, аспирант;
Ф. Ф. Царук, доцент;
А. Н. Юргилевич, студент

**К РАСЧЕТУ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ БАЛОЧНЫХ
ОБРАЗЦОВ-МОДЕЛЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ РАБОЧИХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

The results of theoretical and experimental investigations of the intense state of bar specimens under cyclic symmetric bending in conditions of normal and heightened temperatures are submitted.

Ленточнопильные станки находят все большее распространение в Республике Беларусь благодаря рекордным скоростям подачи, высокому качеству поверхности пиломатериалов, отсутствию больших сил инерции в узлах станка, возможности индивидуальной распиловки бревен и т.д. Среди причин, тормозящих внедрение в деревообрабатывающую промышленность РБ ленточнопильного оборудования, существенное место занимает низкая надежность пильных полотен, обусловленная выходом их из строя по причине циклических повреждений. Особенно актуальной становится проблема повышения циклической прочности дорогостоящих, в основном импортируемых, ленточных пил для многопильных станков [1].

Правильный выбор марки материала пилы, режимов термообработки и сварки, переточки и отдыха полотна невозможен без экспериментального определения влияния вышеперечисленных факторов на усталостную прочность материала пил. Известно, что усталостные испытания отличаются повышенной длительностью и трудоемкостью, поэтому для снижения трудозатрат и существенного сокращения времени проведения испытаний, особенно при больших базах, весьма

перспективным является использование резонансных высокочастотных магнитострикционных установок, позволяющих за приемлемый промежуток времени обеспечить наработку испытуемым образцом заданного числа циклов [2].

При высокочастотном нагружении консольно закрепленного образца использование резонансного режима работы установок способствует достижению повреждающих циклических напряжений в материале при минимальных энергетических затратах испытательного оборудования в случае возбуждения колебаний через заделку [3]. Полагая, что колебания образца в данном случае весьма близки к упругим, соотношение между амплитудами напряжений и деформаций записывается в соответствии с законом Гука при значении модуля упругости, определяемом динамическим способом. При установившемся резонансе частоты и формы колебаний практически совпадают с соответствующими собственными частотами и формами, поэтому задача определения напряженно-деформированного состояния образцов сводится к анализу их собственных колебаний.

Колеблющийся образец представляет собой однородную консольно закрепленную балку (рис. 1), расчет которой можно проводить по технической теории стержней.

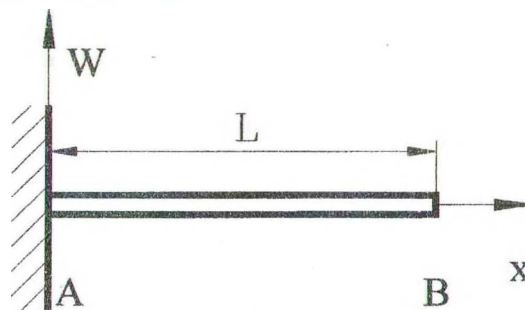


Рис. 1

Дифференциальное уравнение движения упругой балки без учета деформаций сдвига и инерции вращения имеет вид

$$\frac{d^4 W}{dx^4} - k^4 W = 0,$$

где $k^4 = \frac{\omega^2 \rho F}{EJ}$ - волновой коэффициент; W - прогиб; $\omega = 2\pi f$ - круговая частота колебаний; ρ - плотность материала; E - модуль Юнга; J - момент инерции поперечного сечения относительно нейтральной оси; F - площадь поперечного сечения стержня.

Для консольной балки функция прогибов описывается зависимостью

$$w(x) = W_0[S(kx) + \beta T(kx)],$$

где W_0 – амплитуда колебаний свободного конца образца; β – коэффициент, зависящий от формы колебаний (-0.7341 – для первой, -1.0185 – для второй); $S(x) = 0.5(\operatorname{ch} kx + \cos kx)$; $T(x) = 0.5(\operatorname{sh} kx + \sin kx)$; $U(x) = 0.5(\operatorname{ch} kx - \cos kx)$; $V(x) = 0.5(\operatorname{sh} kx - \sin kx)$ – функции Крылова.

Напряжения в балке определяются по выражению

$$\sigma(x) = W_0 \cdot \frac{6\rho}{h} \cdot \left(\frac{2\pi f}{k}\right)^2 (U(kx) + \beta V(kx)),$$

с помощью которого можно установить, что максимальная их величина действует в заделке, т.е. там, где действуют такие трудно поддающиеся учету факторы, как эффекты от зажима, контактная коррозия и т.д. Поэтому для смещения места усталостного разрушения от заделки используются образцы с увеличенной площадью в месте крепления. Образцы, колеблющиеся по второй форме, имеют второй максимум напряжений, расположенный примерно посередине рабочей части, где при выбранных нами размерах образца и происходит усталостное разрушение.

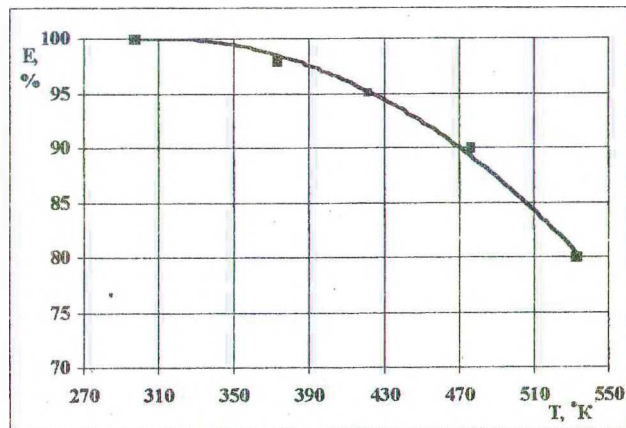


Рис. 2

Корректное сравнение результатов усталостных испытаний возможно только при использовании одинакового вида циклического нагружения (циклический изгиб) и при моделировании рабочей температуры пильного полотна. Повышение температуры вызывает изменение динамического модуля упругости (рис. 2) и плотности материала образца, что должно привести к уменьшению резонансной частоты колебаний.

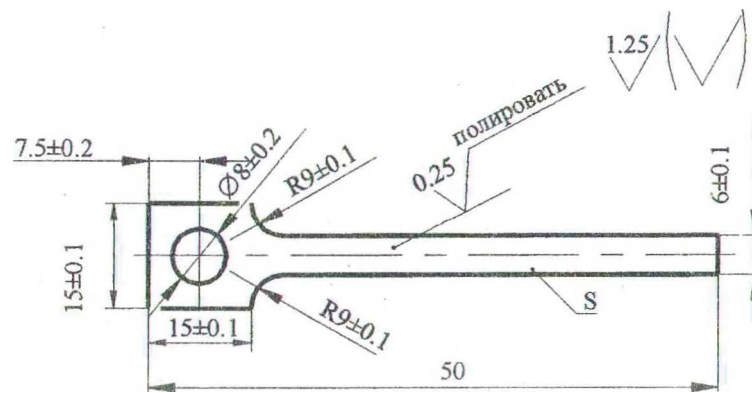


Рис. 3

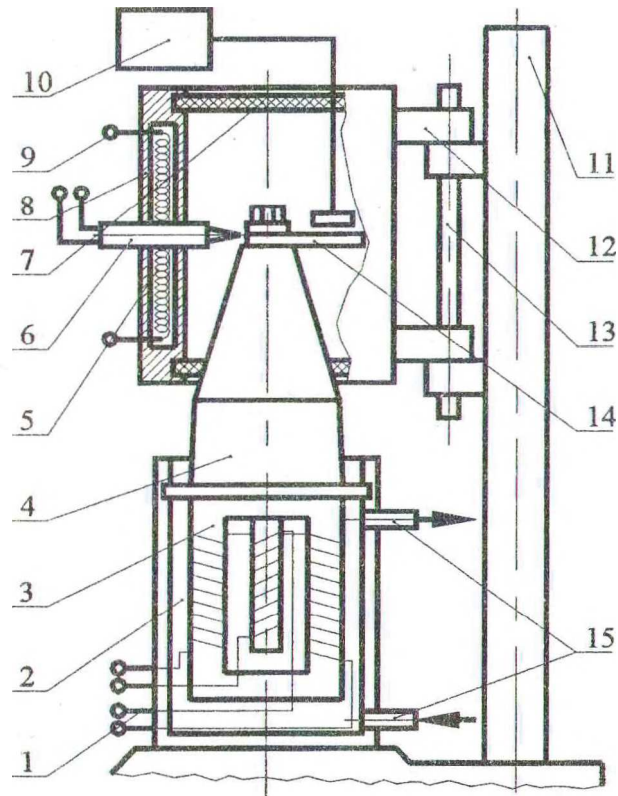


Рис. 4. 1 - токопроводящие провода; 2 - корпус; 3 - магнитоистриктор; 4 - концентратор; 5 - нагревательная спираль; 6 - термопара; 7 - теплоизолирующие прокладки; 8 - печь; 9 - контакты печи; 10 - вибромметр МРТИ; 11 - стойка; 12 - кронштейны; 13 - ось; 14 - образец; 15 - патрубки

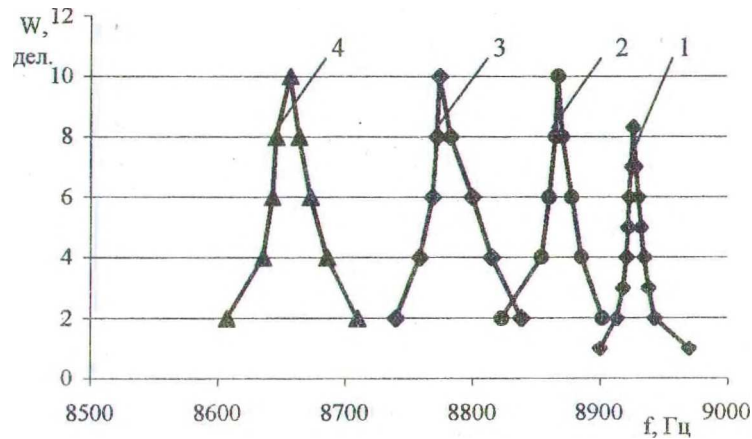


Рис. 5

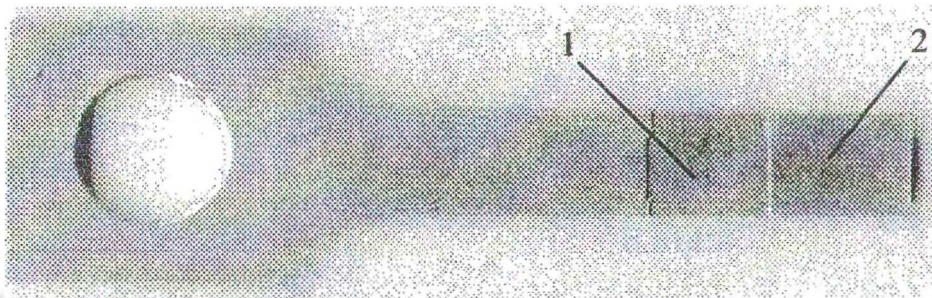


Рис. 6. 1 – усталостная трещина; 2 – узел колебаний

Для экспериментальной проверки использовался образец из алюминиевого сплава АМг2 (рис. 3), свойства которого при высокочастотном нагружении в достаточной степени изучены [4]. Образец представлял собой консольную балочку с толщиной ($S=1.8$ мм), близкой толщине пильного полотна, вырезанную вдоль направления проката и нагружаемую циклическим изгибом с помощью высокочастотного магнитострикционного испытательного стенда с резонансной частотой 8.8 кГц, схема которого приведена на рис. 4.

Сравнение амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) образцов при нормальной и повышенной температурах (рис. 5) показывает, что наблюдается закономерный сдвиг максимумов АЧХ в сторону уменьшения частоты колебаний при сохранении формы кривых.

Выбранная величина галтельного перехода позволила сместить зону усталостного разрушения от места заделки в зону действия второго максимума циклических напряжений (рис. 6). Сохранение места расположения усталостных трещин и узла колебаний при различных

температурах позволяет говорить о неизменности характера напряженно-деформированного состояния моделей.

Таким образом, показано, что высокочастотные механические колебания могут быть успешно использованы для исследования циклической прочности таких весьма ответственных деталей деревообрабатывающего оборудования, как ленточные пилы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красовский А.П. Особенности и перспективы применения ленточнопильных станков// Труды БГТУ. Вып. 7.- Минск, 1999. - С. 84-89.
2. Царук Ф.Ф., Довгялло И.Г., Долбин Н.А., Горновский Д.А. Высокочастотные колебания как метод ускорения усталостных испытаний элементов конструкций: Тез. докл. научн.-техн. конф. "Повышение технического уровня и надежности машин" (Минск, 28-29 октября 1993 г): Минск: ИНДМАШ, 1993. – С. 47-48.
3. Немцов В.Б., Долбин Н.А., Царук Ф.Ф., Довгялло И.Г., Кондеев Ю.Н. К расчету напряженного состояния пластин, колеблющихся на низких ультразвуковых и звуковых частотах. - Теоретическая и прикладная механика. Вып. 16. – Минск: Вышэйшая школа, 1989.-С. 113-117.
4. Довгялло И.Г., Царук Ф.Ф., Новицкий А.В., Рудченко Д.Н. Влияние высокочастотных колебаний на изменение усталостных характеристик сплава АМг2 в условиях повышенных температур// Труды БГТУ. Вып. 7.- Минск, 1999. - С. 145-148.

УДК 669.187.2:620.17

А. И. Гарост, доцент

РАЗРАБОТКА ЭКОНОМНОЛЕГИРОВАННЫХ ИЗНОСОСТОЙКИХ И КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СПЛАВОВ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Influence of chemical composition and other factors on structure and properties of white cast iron is investigated. Optimal composition of iron-carbon alloys and steels is determined.

Одной из проблем всех отраслей машиностроения является повышение надежности выпускаемой продукции. Так как в конструкциях современных машин значительную часть (40-50 % от общей массы) составляют отливки, большинство (около 90 %) которых из черных