

средних специальных учебных заведений. Учебно-метод. пособие. — М.: Высшая школа, 1974. — 264с. 2. Горов Э.А., Гайдай С.А., Лушников С.В. Типовой лабораторный практикум по теории механизмов и машин: Учеб. пособие для студентов вузов. — М.: Машиностроение, 1990. — 160с. 3. Пановко Я.П. Основы прикладной теории колебаний и удара. — Л.: Машиностроение, 1976. — 320с.

УДК 621.185.532

А.В. Блохин

К РАСЧЕТУ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ БАЛОЧНЫХ ОБРАЗЦОВ ПРИ УСТАЛОСТНЫХ ИСПЫТАНИЯХ ЛИТЕЙНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

*Белорусский государственный технологический университет
Минск, Беларусь*

Известно, что многие детали современных машин и конструкций работают при циклических нагрузках широкого амплитудно-частотного диапазона. Широко распространенной причиной выхода их из строя является усталостное разрушение. Разработка научных основ развития процесса усталостного разрушения необходима как для уточнения прочностных расчетов, так и для ускорения разработки новых конструкционных материалов. Данная проблема особенно актуальна в связи с тем, что в промышленности все шире используются металлические материалы, в частности алюминиевые сплавы, изготовленные из вторичного сырья.

Поскольку усталостные испытания отличаются повышенной длительностью и трудоемкостью, то 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 [1]. Однако на достоверность результатов усталостных испытаний литейных алюминиевых сплавов на высоких частотах существенное влияние могут оказывать различные дефекты свойственные большинству литых материалов (газовые пузыри, усадочные раковины и др.). Это вызывает изменение динамического модуля упругости и плотности материала образца, что может привести к изменению резонансной частоты колебаний.

При высокочастотном нагружении консольно закрепленного образца использование резонансного режима работы установок способствует достижению повреждающих циклических напряжений в материале при минимальных энергетических затратах [2]. 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.

Колеблющийся образец представляет собой однородную консольно закрепленную балку (расчетная схема приведена на рис. 1), расчет которой можно проводить по технической теории стержней, причем дифференциальное уравнение движения упругой балки рассматривается без учета деформаций сдвига, вызванных действием поперечных сил и инерции вращения, что приводит к существенному его упрощению:

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

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.

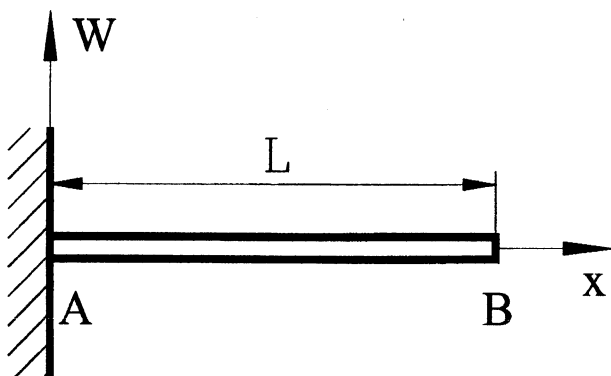


Рис. 1.

Для консольной балки функция прогибов описывается зависимостью

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

где W_0 — амплитуда колебаний свободного конца образца; β — коэффициент, зависящий от формы колебаний (-0.7341 — для первой, -1.0185 — для второй); $S(x)$, $T(x)$, $U(x)$, $V(x)$ — 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 достигается 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 ближе к середине рабочей части, где при выбранных нами размерах образца и происходит усталостное разрушение.

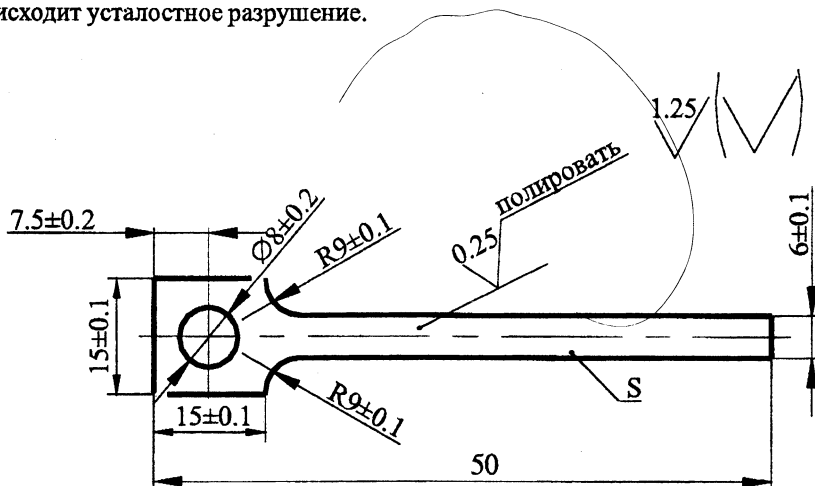


Рис. 2.

В качестве материалов для исследований были использованы литые алюминиевые сплавы, различные партии которых отличались химическим составом. Образцы представляли собой консольные балочки толщиной $h=2$ мм (рис.2), вырезанные вдоль слитка, нагружаемые циклическим изгибом с помощью высокочастотного магнитострикционного испытательного стенда с резонансной частотой 8.8 кГц, работающего в автоколебательном режиме с

автоматическим поддержанием амплитуды колебаний. Между преобразователями и образцами были установлены концентраторы с коэффициентами усиления, позволявшие достичь необходимого уровня напряжений в материале образца. Все партии образцов подвергались термической обработке Т5 (закалка с 575°C в воду, искусственное старение с 175°C в течении 8 часов, охлаждение на воздухе).

Сравнение амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) образцов с различным химическим составом и АЧХ модельного материала, в качестве которого был выбран сплав Д16 (рис.3), показало, что наблюдается смещение максимумов АЧХ при сохранении формы кривых.

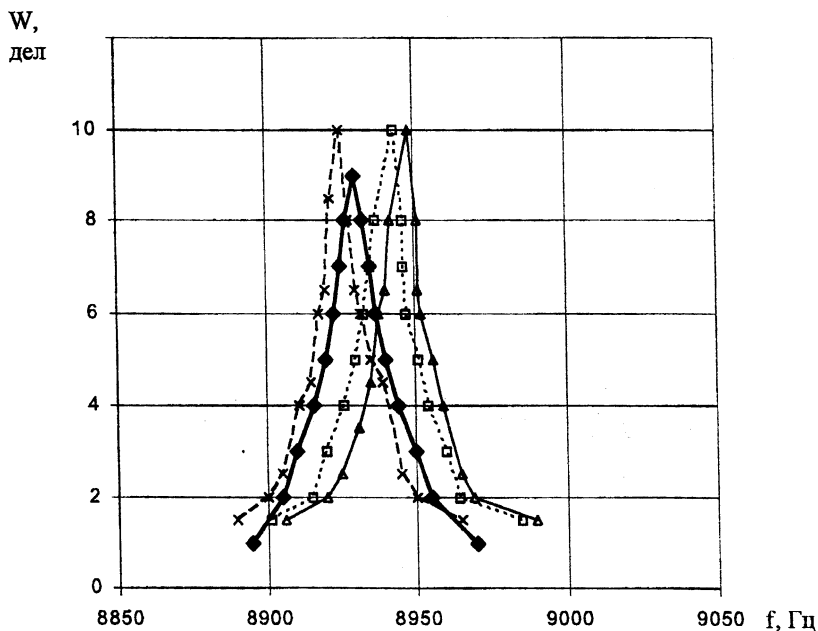


Рис. 3. 1 — АЧХ модельного материала;
2,3,4 — АЧХ литых алюминиевых сплавов

Сохранение места расположения усталостных трещин и узла колебаний у литых образцов с различным химическим составом, а так же результаты приведенные в [3], позволяют говорить о неизменности характера напряженно-деформированного состояния образцов изготовленных из литых алюминиевых сплавов.

Таким образом, показано, что высокочастотные механические колебания могут быть успешно использованы для исследования усталостных характеристик литых алюминиевых сплавов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Царук Ф.Ф., Довгялло И.Г., Долбин Н.А., Горновский Д.А. Высокочастотные колебания как метод ускорения усталостных испытаний элементов конструкций. Научн.-техн. конф. «Повышение технического уровня и надежности машин». (Минск, 28–29 октября 1993 г.): Тез. докл. — Мн.: ИНДМАШ, 1993. — С. 47–48.
2. 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. — Мн., «Высшэйшая школа», 1989. — С. 113–117.
3. Блохин А.В. Особенности усталостных испытаний литейных алюминиевых сплавов. VIII Республиканская научн.-техн. конф. студентов и аспирантов. (Минск, 9–10 декабря 2003 г.): Тез. докл. Часть 1. — Мн.: 2003. — С. 154.

УДК 629.4.015

И.А. Ворожун

ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКИХ СИЛ В КРЕПЛЕНИЯХ ТРУБ НА ПЛАТФОРМЕ ПРИ СОУДАРЕНИЯХ ВАГОНОВ

*Белорусский государственный университет транспорта
Гомель, Беларусь*

Размещение пяти труб диаметром 1420 мм на железнодорожной платформе позволяет повысить коэффициент использования грузоподъемности платформы и снизить затраты на транспортировку труб. Поэтому вполне актуально создание устройств, для размещения и крепления указанных труб на железнодорожной платформе.

Цель работы — оценка динамических сил в элементах крепления труб на железнодорожной платформе в процессе соударения вагонов.

В расчетной схеме [1] пять труб диаметром 1420 мм размещены на железнодорожной платформе в три яруса, а реквизиты крепления содержат стальные канаты с натяжными устройствами. В ходе исследований установлено, что в процессе соударения вагонов все трубы перемещаются как единый пакет.