

А.В. Блохин, А.М. Лось
A.V. Blokhin, A.M. Los

Белорусский государственный технологический университет,
Минск, Республика Беларусь
Belarusian state technological university, Minsk, The Republic of Belarus

**РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОГО УСИЛИЯ ПРИЖИМА ОБРАЗЦА,
НАГРУЖАЕМОГО ЗНАКОПЕРЕМЕННЫМ ИЗГИБОМ,
МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**
**THE USE OF FINITE ELEMENT METHOD FOR DETERMINATION
OF SAMPLE PULL IN ATTACHMENT DEVICE DURING FATIGUE TESTS**

Аннотация. Для расчета элементов крепления образцов в захватном устройстве испытательной машины необходимо установить значение сил, действующих на них. Образцы для испытаний в устройстве крепления закрепляются консольно, а нагружаются знакопеременным изгибом. Поставленную задачу авторы работы решают методом конечных элементов.

Результаты исследований позволили установить, что при частотах испытаний 18 кГц, для достижения требуемого уровня напряжений изгиба в опасном сечении образцов сила прижима должна составлять 1,2-2,0 кН.

Abstract. The article considers selection problem of necessary sample pull under cyclic loading from attachment devices by means of finite element method.

The results of tests made it possible to determine that for achievement the required level of bending stress in unsafe cross-section, hold-down pressure must be 1,5 kN at taste rate of 18 kHz.

Ключевые слова: устройство крепления, образец, циклическое нагружение, метод конечных элементов.

Key words: attachment device, sample, cyclic loading, finite element method.

Введение. Большинство деталей современных машин работают в условиях, сочетающих как статические, так и динамические нагрузки, часто при повышенных температурах. Наряду с материалами, полученными на основе железа, широкое распространение получили сплавы из цветных металлов. Наиболее широко применяются различные алюминиевые сплавы [1]. Такие материалы все чаще используют для изготовления деталей, подверженных знакопеременным нагрузкам. Например, блоки цилиндров, поршни, кронштейны передней растяжки, рычаги передней подвески, кронштейны крепления двигателя и др.

Более широкое применение сплавов, полученных на основе алюминия, в настоящее время ограничивается их высокой стоимостью, обусловленной сложностью получения чистого алюминия электролизом. В первую очередь это связано со значительными затратами электроэнергии. Изготовление алюминиевых сплавов с использованием вторичного сырья позволяет существенно снизить удельные расходы электроэнергии. Поэтому замещение первичных алю-

миниевых сплавов на сплавы, полученные с использованием вторичного сырья, обеспечивает снижение себестоимости производства машин в целом.

Существенной проблемой, ограничивающей применение алюминиевых сплавов, полученных с использованием вторичного сырья, являются их низкие механические характеристики.

Решение данной задачи может быть обеспечено большим объемом ускоренных усталостных испытаний, реализуемых с использованием высоких частот нагружения.

Для испытаний на высоких частотах нагружения часто используют установки, в основу работы которых положены магнитострикционные преобразователи [2, 3]. Принципиальная схема установки, позволяющей проводить испытания на частоте 18 кГц, приведена на рис. 1.

Наиболее нагруженным элементом испытательной установки является устройство крепления 3 (рис. 1).

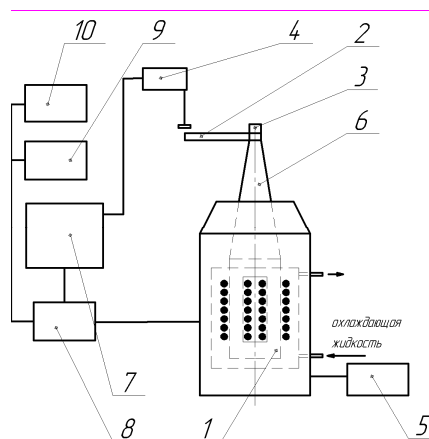


Рисунок 1

Принципиальная схема высокочастотного испытательного стенда для возбуждения изгибных колебаний: 1 – магнитострикционный преобразователь с катушками возбуждения и подмагничивания; 2 – образец; 3 – устройство крепления; 4 – виброметр МРТИ; 5 – модуль подмагничивания; 6 – концентратор-волновод; 7 – прибор стабилизации амплитуды ПСА; 8 – частотомер; 9 – осциллограф; 10 – устройство вывода на печать

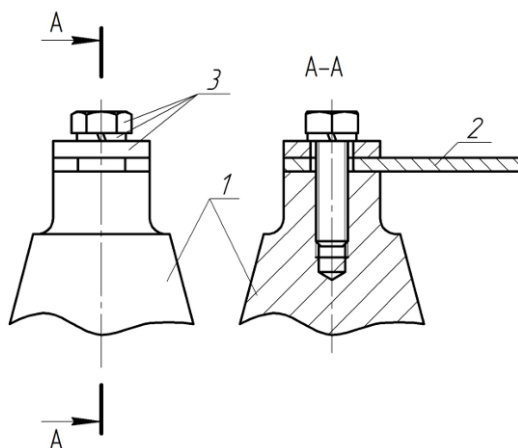


Рисунок 2

Устройство крепления образца винтом с прижимной планкой:
1 – концентратор; 2 – образец; 3 – элементы устройства крепления

Часто в качестве устройства крепления модельных образцов к концентратору при помощи винта, который вставляется в отверстие образца в его хвостовой части и заворачивается в отверстие с резьбой (рис. 2), расположенное в торцевой части концентратора [4].

Достоинством такого способа крепления является простота конструкции. Недостатком крепления такого типа является пониженная жесткость и надежность крепления. Повышение усилия затяжки для увеличения жесткости заделки повышает вероятность разрушения винта.

Цель исследования. Целью данной работы является определение усилий, действующих на отдельные детали крепления в процессе нагружения образцов при проведении усталостных испытаний.

Метод исследования. Так как размеры хвостовика образца затрудняют непосредственное измерения усилий возникающих в заделке, было предложено использовать анализ методом конечных элементов. Для этого была построена твердотельная модель образца (см. рис. 3), смоделированы внешние нагрузки, действующие на образец во время нагружения на испытательной машине и проанализированы силы, действующие на различных участках хвостовика (рис. 4, 5).

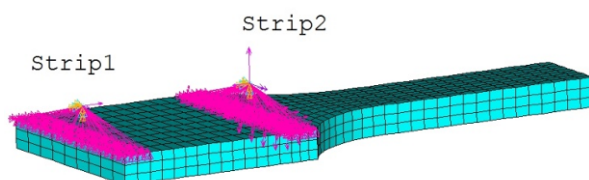


Рисунок 3

Расчетная схема к определению усилия прижима методом конечных элементов

Результаты исследований. Анализ модели показал, что при амплитудных напряжениях в опасном сечении 100 МПа необходимо обеспечить минимальное усилие прижима не менее 1,5 кН.

Для реализации необходимых усилий прижима, повышения надежности устройства крепления, повышения точности позиционирования образцов при частоте испытаний 18 кГц было предложено устройство крепления, конструкция которого показана на рис. 6.

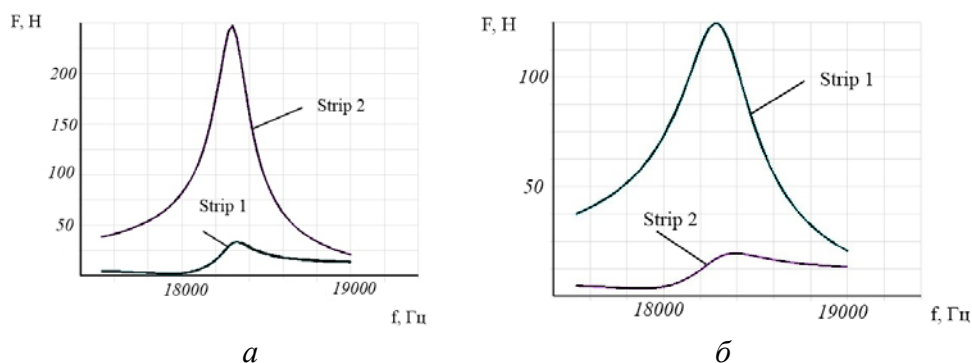


Рисунок 4

Усилия, действующие на различных участках хвостовика образца, при нагружении знакопеременным изгибом, полученные моделированием методом конечных элементов при коэффициенте демпфирования: $a - 0,01$; $b - 0,05$

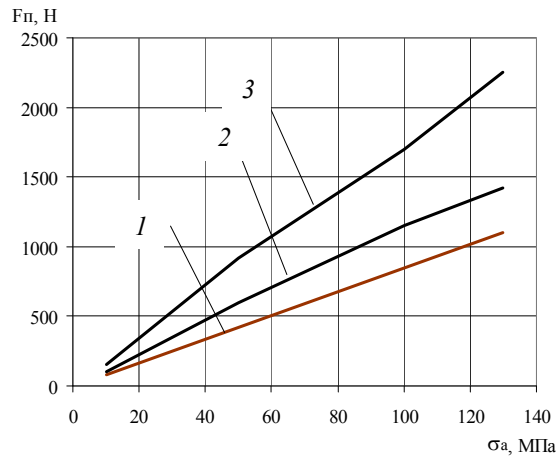


Рисунок 5

Сила прижима образца (частота нагружения 18 кГц) для различных уровней изгибных напряжений в опасном сечении: 1 – для жесткой заделки; 2 – для податливой заделки при коэффициенте демпфирования 0,01; 3 – для податливой заделки при коэффициенте демпфирования 0,005

Выводы. Использование моделирования методом конечных элементов позволило определить усилия, действующие на детали крепления. На основании полученных результатов исследований была разработана конструкция крепления [5], которая за счет существенного увеличения диаметра резьб (в 4-5 раз) позволила повысить его надежность. Это позволило существенно уменьшить временные затраты при исследовании характеристик усталости конструкционных материалов за счет сокращения остановок испытательного оборудования по причине выхода из строя устройства крепления.

Библиографический список

1. Ефименко, Г. Г. Сталь и альтернативные материалы. Проблемы экономики и экологии / Г. Г. Ефименко, И. Г. Михеева, Т. Н. Павлышин // Металл и литье Украины, 1997. – № 8–9. С. 3–8.
2. Блохин, А. В. Комплекс оборудования для усталостных испытаний элементов технологического оборудования / А. В. Блохин, Ф. Ф. Царук, Н. А. Гайдук // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2002. – Вып. X. – С. 213–215.
3. Блохин, А. В. Развитие комплекса оборудования для усталостных испытаний конструкционных материалов / А. В. Блохин // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2004. – Вып. XII. – С. 263–266.
4. Усталостные испытания на высоких частотах нагружения / Под ред. В. А. Кузьменко – Киев: Наукова думка. – 1979. – 335 с.
5. Способ крепления образца на ступенчатом коническом концентраторе-волноводе для высокочастотных усталостных испытаний: пат. 12691 Респ. Беларусь, МПК G 01 N 3 / 00 / А. В. Блохин, С. Е. Бельский; заявитель Белорус. гос. технол. ун-т. – № а 20070875; заявл. 12.07.2007; опубл. 25.09.2009 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуальн. уласнасці. – 2009. – № 6. – С. 119.

Сведения об авторах

1. Блохин Алексей Владимирович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры деталей машин и подъемно-транспортных устройств БГТУ, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Свердлова 13а, тел. 8 (10 375) 17 226 09 75, e-mail: Blakhin@belstu.by.

2. Лось Александр Михайлович – ассистент кафедры деталей машин и подъемно-транспортных устройств БГТУ, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Свердлова 13а, тел. 8 (10 375) 17 226 09 75, e-mail: Amlos@belstu.by.

Author's personal details

1. Blakhin Aliaksei Vladimirovich – PhD (Engineering), senior Lecturer at the Department of machine elements and hoisting and conveying equipment, BSTU, The Republic of Belarus, Minsk, 13a, Sverdlova str., tel. 8 (10 375) 17 226 09 75, e-mail: Blakhin@belstu.by.

2. Los Alexandr Mihailovich – assistant at the Department of machine elements and hoisting and conveying equipment, BSTU, The Republic of Belarus, Minsk, 13a, Sverdlova str., tel. 8 (10 375) 17 226 09 75, e-mail: Blakhin@belstu.by.

УДК 65.01.007

И.А. Болюкова
I.A. Bolukova

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта
и эксплуатации машинно-тракторного парка» (ФГБНУ ГОСНИТИ),
Москва, Россия

Federal State Scientific Institution
«All-Russian Research Institute of Technology repair and maintenance
of machines and tractors» (FGBNU GOSNITI), Moscow, Russia

РЕАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕМОНТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ НА БАЗЕ РЕГИОНАЛЬНОГО ИННОВАЦИОННОГО ЦЕНТРА REALIZATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES REPAIR OF AGRICULTURAL EQUIPMENT BASED ON REGIONAL INNOVATION CENTERS

Аннотация. В статье описаны особенности реализации инновационных технологий ремонта сельскохозяйственной техники. Предложена система управления оборудованием для восстановительного ремонта техники на базе регионального инновационного центра.

Abstract. This article describes the features of the implementation of innovative technologies for repair of agricultural machinery. The system of control equipment for reconditioning equipment based on regional innovation center.