

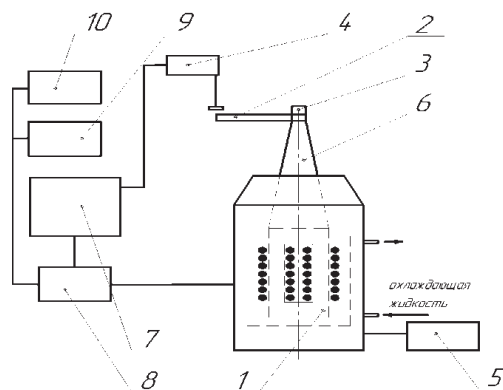
А.В. Блохин, доц., канд. техн. наук;
 А.М. Лось, ст. преп.;
 К.Д. Кучинский
 (БГТУ, г. Минск)

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ КРЕПЛЕНИЯ ОБРАЗЦА ДЛЯ УСТАЛОСТНЫХ ИСПЫТАНИЙ В УСЛОВИЯХ ЗНАКОПЕРЕМЕННОГО ИЗГИБА

Введение. Определение механических характеристик сплавов на основе металлов характеризуется повышенной трудоемкостью и требует значительных материальных затрат. Одни из самых затратных исследований в этой области – установление характеристик усталости материалов, не имеющих физического предела выносливости.

Решение данной задачи может быть обеспечено большим объемом ускоренных усталостных испытаний, реализуемых с использованием высоких частот нагружения [1-3].

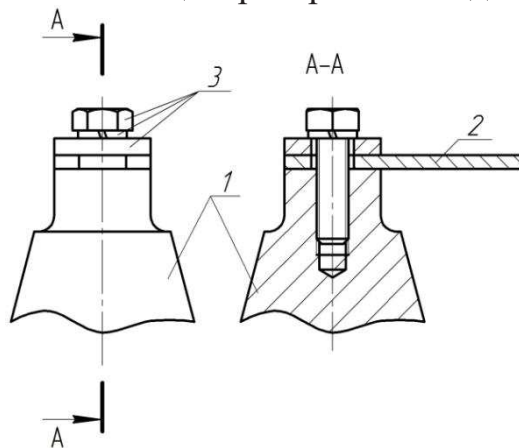
Для испытаний на высоких частотах нагружения часто используют установки, в основу работы которых положены магнитоэлектрические преобразователи [4]. Принципиальная схема оборудования, позволяющего проводить испытания на частоте 18 кГц, приведена на Рисунок 1. Такой комплекс обеспечивает реализацию резонансного режима нагружения знакопеременным изгибом консольно закрепленных образцов, представляющих собой балочки прямоугольного или круглого сечения. При этом испытания проводят как на первой, так и на второй формах собственных колебаний.



1 – магнитоэлектрический 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 1 – Принципиальная схема высокочастотного испытательного стенда для возбуждения изгибных колебаний

Практика использования показывает, что наиболее нагруженным элементом испытательной установки является устройство крепления (рис. 1), в качестве которого используют довольно простую конструкцию, с использованием винта, прижимной и стопорной шайбы (позиция 3, Рисунок 2). Винт вкручивается через отверстие образца 2 в его хвостовой части в концентратор-волновод 1 [5].



1 – концентратор; 2 – образец; 3 – элементы устройства крепления

Рисунок 2 – Устройство крепления образца винтом с прижимной планкой

Недостатком крепления такого типа является пониженная жесткость и надежность крепления. Повышение усилия затяжки для обеспечения необходимого усилия прижима повышает вероятность разрушения винта, как при закреплении образца, так и при проведении испытаний.

Известны и более надежные конструкции крепления: с помощью специальных клиновых захватов, устанавливаемых на концентраторе-волноводе 6 (Рисунок 1) или использование образцов с резьбовыми хвостовиками, ввинчиваемые в резьбовое отверстие концентратора-волновода 6 (Рисунок1). В первом варианте существенно возрастают инерционные массы в месте крепления образцов, что приводит к значительному рассеянию механической энергии, а во втором – усложняет изготовление и подготовку образцов.

Целью данного исследования было предложить конструкцию крепления образцов для проведения механических испытаний на коническом концентраторе-волноводе с возбуждением через заделку.

Основная часть. Для анализа усилий, действующих на элементы крепления, был выполнен расчет методом конечных элементов. Для этого была построена твердотельная модель образца (см. Рисунок 3) и проанализированы силы, действующие на различных участках хвостовика (Рисунок 4, 5). Анализ модели показал, что при амплитуд-

ных напряжениях в опасном сечении 100 МПа необходимо обеспечить усилие прижима не менее 1400 Н.

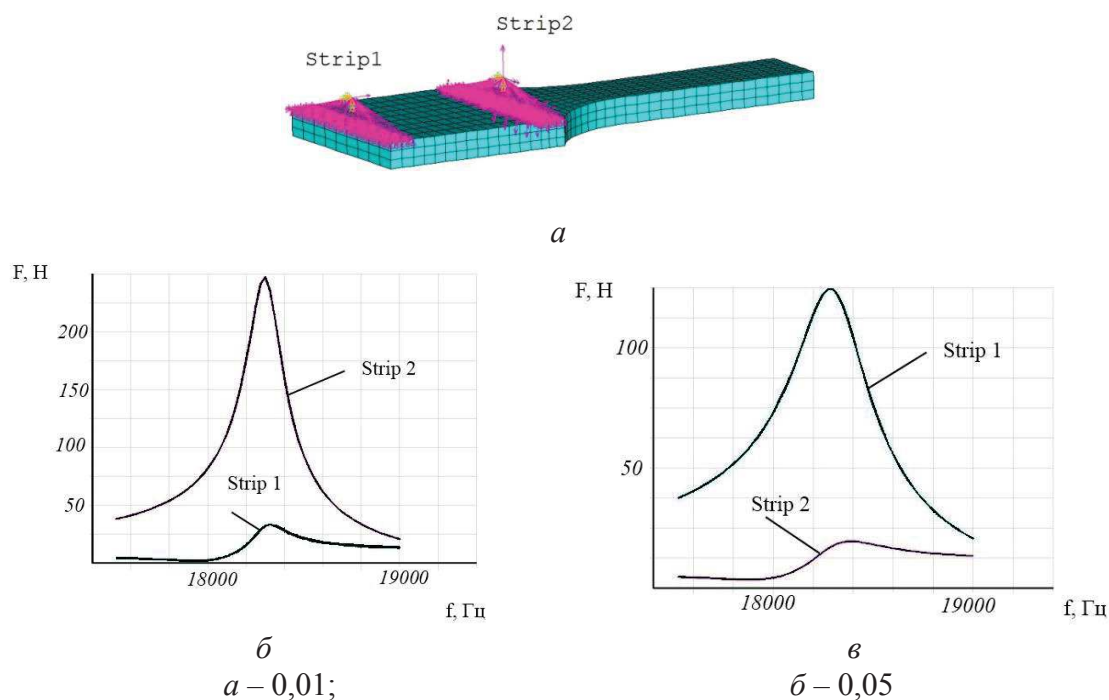
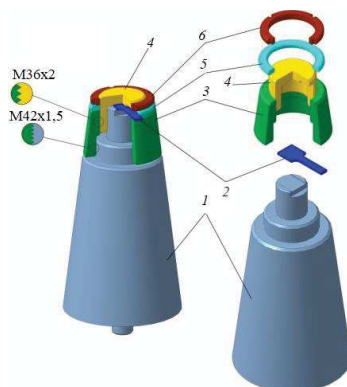


Рисунок 3 – Расчетная схема (а) и усилия, действующие на различных участках хвостовика образца при коэффициенте демпфирования

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 Рисунок 4.



1 – концентратор-волновод; 2 – образец; 3 – дифференциальная гайка;
4 – втулка; 5 – шайба; 6 – контргайка

Рисунок 4 – Конструкция устройства крепления образца к концентратору

Обеспечение необходимого усилия затяжки достигается за счет значительного увеличения диаметров резьб дифференциальной гайки 3 (Рисунок 4).

Так, для устройства крепления, приведенного на Рисунок 2, используется винт с резьбой М8-М10 (дальнейшему увеличению размеров резьбы препятствует геометрия концентратора-волновода). В предлагаемой конструкции диаметры резьб приняты М36 и М42. Для снижения влияния элементов крепления на коэффициент усиления концентратора-волновода 1 дифференциальная гайка, втулка, шайба и контргайка выполняются из материала концентратора-волновода, а образующие их наружной поверхности являются продолжением образующей наружной поверхности концентратора-волновода.

Выводы. Использование моделирования методом конечных элементов позволило определить усилия, действующие на детали крепления. Была предложена конструкция крепления, которая за счет существенного увеличения диаметра резьб (в 3,5-4,5 раз) позволила повысить его надежность. Это позволит сократить время, необходимое для осуществления нагружения образцов при исследовании характеристик усталости конструкционных материалов за счет сокращения остановок испытательного оборудования по причине выхода из строя устройства крепления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние амплитудно-частотных параметров циклического нагружения на кинетику физико-механических характеристик конструкционных материалов / С.Е. Бельский [и др.] // Трибофатика: тр. IV междунар. симпозиума, Тернополь, 23–27 сент. 2002 г.: в 2 т. / Тернополь. гос. техн. ун-т им. Ивана Пулюя; редкол.: В.Т. Трощенко [и др.]. – Тернополь, 2002. – Т. 1. – С. 407–410.

2. Довгялло, И.Г. Разработка метода ускоренного определения характеристик усталости металлов и сплавов и его физическое обоснование / И.Г. Довгялло, С.Е. Бельский, Ф.Ф. Царук // Труды БГТУ, вып. II, Мн., 1994, – С. 80–85.

3. Belskiy, S. E. Influence of cyclic loading parameters on fatigue characteristics of die steel. / S. E. Belskiy, A. V. Blakhin, Adel Abdel Basset Rashid // Vestnik of Brest State Technical University, 2022, no.3.

4. 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.

5. Усталостные испытания на высоких частотах нагружения / Под ред. В. А. Кузьменко – Киев.: Наукова думка. – 1979. – 335 с.