

Экспериментальные исследования работоспособности пальцевого соединения элементов универсальных сборно-разборных приспособлений для изготовления сварных конструкций

*Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка,
ПАО «Полтавский машиностроительный завод»

В статье приведены результаты экспериментальных исследований работоспособности пальцевых соединений элементов универсальных сборно-разборных приспособлений для изготовления сварных конструкций. Установлено, что предложенные соединения обеспечивают надежность и работоспособность их в условиях серийного производства.

Ключевые слова: универсальные сборно-разборные приспособления, технологическая оснастка, пальцевое соединение, работоспособность, надежность.

Введение

В современных условиях процесс освоения производства авиационно-космической и другой сложной спецтехники требует применения значительного количества технологической оснастки, необходимой для обеспечения заданной точности и качества изготовления и сборки изделий.

Значительным резервом уменьшения затрат и сроков подготовки новых изделий, как показывает отечественный и зарубежный опыт, является широкое использование переналаживаемой обратимой оснастки в сборочном, механообрабатывающем, штамповочном и сборочно-сварочном производствах.

1. Постановка проблемы и анализ последних исследований и публикаций

Значение технологической оснастки в сборочно-сварочном производстве велико, так как применение ее повышает производительность сварочного оборудования при одновременном обеспечении заданной точности и качества свариваемой конструкции. К настоящему времени разработаны и внедрены комплекты элементов универсально-сборных приспособлений с пазами на опорных плитах 12 и 16 мм для сборочно-сварочных работ (УСПС-12 и УСПС-16), предназначенные для изготовления сварных конструкций различной формы и размеров для единичного и мелкосерийного производства с применением механизированной и ручной сварки плавлением [1, 2].

Для условий серийного производства весомое значение имеет правильный выбор оптимальных конструктивных вариантов крепления элементов и определение надежности и работоспособности основных элементов оснастки [3]. Трудность решения этой задачи заключалась в том, что исследований сборочно-сварочных переналаживаемых приспособлений в условиях длительной эксплуатации в серийном производстве практически нет.

Цель работы — экспериментально исследовать работоспособность пальцевых соединений элементов в конструкциях сборно-разборных сварочных приспособлений.

2. Изложение основного материала

Установлено, что работоспособность беззазорного соединения регламентируется в основном механическими характеристиками. Исследования проводились при статическом и динамическом нагружении на экспериментальных образцах по размерам универсальных сборно-разборных приспособлений для сварочного производства (УСРП-С) с использованием гидравлической машины МУП-50 и специально изготовленной экспериментальной установки со встроенным динамометром сжатия ДОСМ-3-1.

Максимальная статическая нагрузка, прилагаемая к исследуемым соединениям, устанавливалась из условия двукратного увеличения предельной эксплуатационной нагрузки для приспособлений серии 1 и для всех экспериментов была принята равной 4,6 кН. К испытуемым соединениям нагрузка прилагалась ступенчато с интервалами, равными 0,25; 0,5 и 1,0 кН и соответственно, принимала значения 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 кН.

Соединения, показавшие высокую работоспособность при статическом нагружении, были подвергнуты динамическим испытаниям. В ходе испытаний образцы нагружались переменной по величине нагрузкой в течение заданного времени, определяемого числом циклов нагружения. Величина минимальной нагрузки, создаваемой пульсатором машины, составляла 0,5 кН, величина максимальной нагрузки, при которой производились испытания, поочередно принимала значения 1,5; 2,5; 3,5; 5,0 кН.

Количество циклов нагружения, определяющее длительность эксперимента, установлено, исходя из производственных условий, равным 2,5; 5,0; 7,5 и 10 тысяч циклов, что примерно соответствует нагрузкам, получаемым приспособлениями в серийном производстве в течение 1–4 лет эксплуатации. Частота циклов нагружения, определяемая числом оборотов привода пульсатора, в ходе экспериментов оставалась постоянной и составляла 330 циклов в минуту.

В качестве объектов исследования были приняты стандартные пальцевые соединения, наиболее часто применяемые для фиксирования элементов в различных конструкциях неразборных специальных приспособлений (НСП). Характеристика принятых соединений приведена в табл. 1, схема исполнения — на рис. 1.

Таблица 1

Предельные отклонения элементов соединения

Тип соединения	Характер соединения (посадка)	d, мм	Предельные отклонения диаметров, мкм		Максимальный зазор в соединении, мкм
			пальцев	отверстий	
1	H7/n6	6	+16 +8	+18 0	10
2	H9/h9	6	0 -30	+30 0	60

Экспериментальный образец соединения состоял из двух пластин 1 и 2, в отверстиях которых устанавливались пальцы 3. Пластины скреплялись двумя наборами крепежных элементов 4 с резьбой М6. Усилие затяжки каждого набора составляло 3 кН для всех экспериментов. В соединении типа 1 устанавливалось

по два цилиндрических пальца, в соединении типа 2 — один цилиндрический и один срезанный.

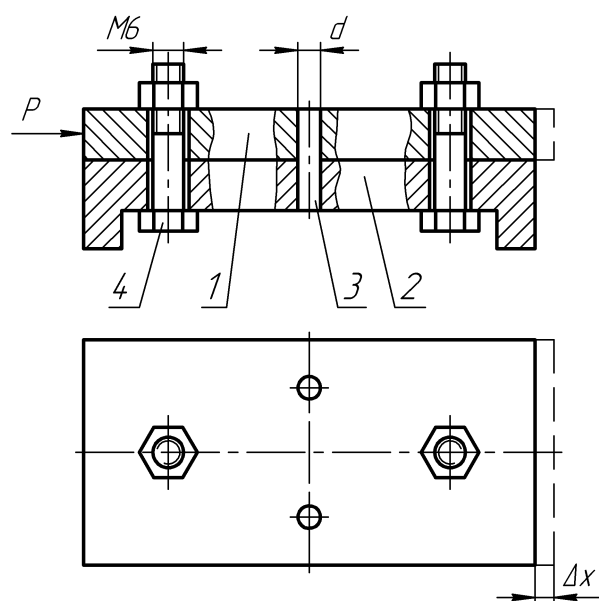


Рис. 1. Схема типового пальцевого соединения

Пальцы 3 изготавливались из стали 45 с термообработкой до твердости 34...38 HRC₃, а планки — из стали марки 40X с термообработкой до твердости 36...40 HRC₃. В ходе эксперимента образцы подвергались воздействию переменной циклической нагрузки, изменяющей свое значение от $P_{\min} = 0,25$ кН до $P_{\max} = 5,0$ кН заданное количество раз (циклов) с установленной постоянной частотой. Относительное перемещение образцов измерялось индикатором часового типа 1МИГ с ценой деления измерительной шкалы — 1 мкм после остановки машины.

Каждое соединение испытывалось при всех показателях максимальной испытательной нагрузки P_{\max} и на всех режимах по количеству циклов нагружения. С целью исключения возможных ошибок измерения каждый эксперимент проводился трижды.

По результатам трех измерений для испытываемых соединений определялась зависимость $\Delta x = f(P, n)$,

где P — максимальная динамическая нагрузка, действующая на соединение;
 n — количество циклов нагружения.

Результаты исследований представлены на рис. 2 в виде графической зависимости податливости соединения от действующих на нее нагрузок.

Анализ полученной зависимости показывает, что податливость пальцевых соединений в общем виде может быть выражена равенством:

$$\nabla x = \nabla x_1 + \nabla x_2 + \nabla x_3,$$

где ∇x_1 — податливость, обусловленная наличием зазоров между поверхностями элементов соединения;

∇x_2 — податливость, обусловленная пластическими деформациями (частичным смятием гребешков микронеровностей) в зоне контакта поверхностей элементов соединения;

∇x_3 — податливость, обусловленная упругими деформациями элементов соединения.

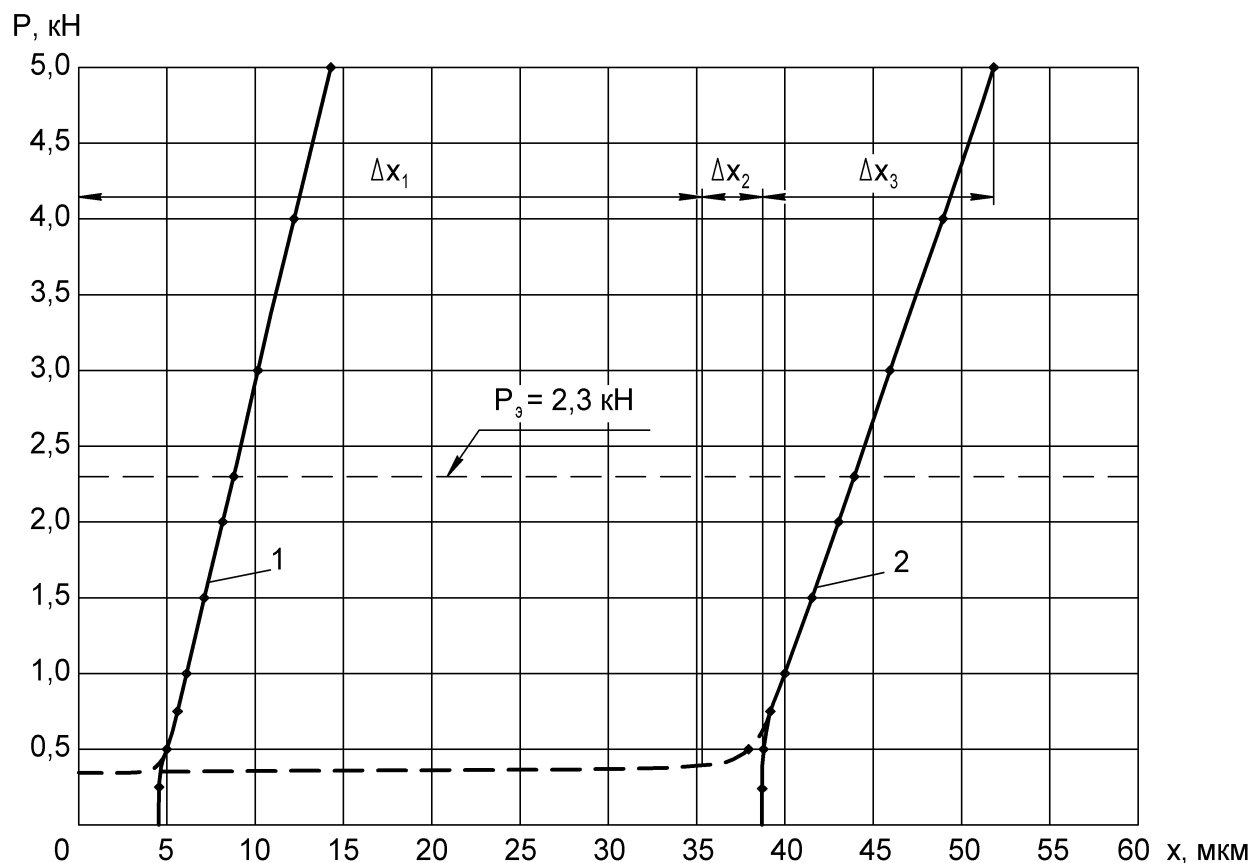


Рис. 2. Податливость пальцевых соединений при статическом нагружении:
 1 – соединение с посадкой H7/n6; 2 – соединение с посадкой H9/h9;
 — — — — — первое нагружение образцов; — — — — — разгрузка
 и последующие нагружения

Составляющие ∇x_1 и ∇x_2 проявляются только при первом нагружении соединения. При последующих нагружениях они, суммируясь, выступают как неизменяемая (остаточная) часть деформации соединения, податливость которого определяется лишь суммарной величиной упругих деформаций его элементов, выраженной на графике участком кривой ∇x_3 , состоящим из сплошной и пунктирной линий. Наибольшее влияние на податливость соединения оказывает составляющая ∇x_1 , на долю которой может приходиться до 70 % общей податливости (см. рис. 2, кривая 2).

Из графика видно, что при испытательной нагрузке $P = 2,3$ кН, соответствующей предельному значению величины эксплуатационной нагрузки для УСРП-С, податливость пальцевых соединений составляет:

- для соединения типа 1 (с посадкой H7/n6) — 9 мкм;
- для соединения типа 2 (с посадкой H9/h9) — 44 мкм.

Указанные величины податливости приняты в качестве практических показателей для критерия оценки работоспособности пальцевого соединения элементов УСРП-С.

Вывод

По результатам экспериментальных исследований пальцевые соединения способны обеспечивать требуемую работоспособность и точность приспособлений в случае применения их в серийном производстве в конструкциях УСРП-С.

Список литературы

1. Жолткевич, Н.Д. Отраслевая система переналаживаемой технологической оснастки для ускоренной технологической подготовки производства [Текст] / Н.Д. Жолткевич и др. – М.: ЦНИИ информ., 1988. – 248 с.
2. Филатов, Л.С. Разработка и внедрение переналаживаемой технологической оснастки для сборочно-сварочного производства [Текст] / Л.С. Филатов // Сб. научных трудов ХГПУ. – Харьков, 2000. – С. 63-67.
3. Мовшович, А.Я. Конструкции универсальных сборно-разборных приспособлений для сборочно-сварочных работ (УСРП-С) [Текст] / А.Я. Мовшович, К.А. Изотова, Ю.А. Черная, О.В. Бондарь // Машироостроение: сб. науч. тр. УИПА. – Вып. 9. – Х., 2012. – С. 148-161.

Рецензент: д-р техн. наук, профессор А.Я. Мовшович
Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков

Поступила в редакцию 12.04.2013.

Експериментальне дослідження працездатності пальцевого з'єднання елементів універсальних збірно-розбірних пристосувань для виготовлення зварних конструкцій

У статті наведено результати експериментальних досліджень працездатності пальцевих з'єднань елементів універсальних збірно-розбірних пристосувань для виготовлення зварних конструкцій. Встановлено, що запропоновані з'єднання забезпечують надійність та працездатність їх в умовах серійного виробництва.

Ключові слова: універсальні збірно-розбірні пристосування, технологічне оснащення, пальцеве з'єднання, працездатність, надійність.

Experimental research working efficiency of finger connection elements the universal assembly-and-disassembly devices for manufacture of welded structures

The article contains results experimental studies of working efficiency finger connections of elements of the universal assembly-and-disassembly devices for welded constructions. Found that the proposed connections ensure reliability and their operability in serial production.

Keywords: universal assembly-and-disassembly devices, technological equipment, finger connection, working efficiency, reliability.