

## **ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ УНИВЕРСАЛЬНЫХ СБОРНО-РАЗБОРНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ**

*На основании анализа применяемой специальной технологической оснастки для сварочных работ разработаны основные требования к конструктивным параметрам универсальных сборно-разборных приспособлений, обеспечивающие мобильность технологической подготовки производства при минимальных затратах на изготовление. Установлены критерии их оценки, характеризующие абсолютные значения допускаемых деформаций конструкции с учетом жесткости и прочности при проведении сборочно-сварочных операций изделий сложной конфигурации.*

**Ключевые слова:** универсальные сборно-разборные приспособления, жесткость, прочность.

**Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными практическими заданиями.** Целью разработки и внедрения универсальных сборно-разборных сварочных приспособлений (УСРСП) является обеспечение гибкости и мобильности средств технологического оснащения серийного производства путем замены специальных приспособлений, создание материально-технической базы ускоренной подготовки производства и обеспечение требуемой точности и качества изготовления сварных конструкций.

**Анализ последних исследований и публикаций, в которых начато решение данной проблемы.** Анализ конструкций сборочно-сварочных приспособлений и опыта их эксплуатации показал, что для достижения поставленной цели УСРСП должны сочетать в себе положительные качества специальных, универсально-сборных и других переналаживаемых приспособлений [1-5].

Учитывая изложенное, в качестве основных требований, предъявляемых к конструкции УСРСП, можно выделить следующее:

1. Структурно УСРСП должны состоять из минимального количества высокоунифицированных элементов и сборочных единиц, обеспечивающих сборку всего потребного многообразия необходимых приспособлений.

2. Конструкция элементов УСРСП и способы их соединения должны обеспечивать быструю, надежную и удобную сборку приспособлений, а также возможность их оперативной переналадки без механической доработки элементов.

3. Технические решения, заложенные в конструкцию УСРСП должны максимально удовлетворять принципам компьютерного проектирования приспособлений.

4. Компоновки УСРСП должны обладать единством принципиальной конструкции, одинаковыми показателями прочности и жесткости (т.е. быть равнопрочными), а их элементы – функциональной взаимозаменяемостью и высокой унификацией конструктивного исполнения.

5. Жесткость элементов УСРСП должна быть достаточной, чтобы эффективно способствовать снижению или предотвращению остаточных деформаций и обеспечению требуемой точности изготовления сварных конструкций.

6. Прочность элементов УСРСП и износостойкость их поверхностей должны обеспечивать надежную работу приспособлений в течение 10...12 лет.

7. Способы соединения элементов УСРСП должны обеспечивать стабильность размеров приспособлений в течение всего периода их эксплуатации, при транспортировании и хранении.

8. Жесткость соединения элементов УСРСП должна быть не ниже жесткости

пальцевого соединения, применяемого в конструкциях специальных и переналаживаемых приспособлений.

9. Собираемость элементов приспособлений, или вероятность того, что произвольно установленные друг на друга элементы УСРСП всегда могут быть надежно соединены, должна быть максимально возможной, но не ниже 80%.

10. Конструкции элементов УСРСП должны быть максимально просты, технологичны, и предусматривать возможность их изготовления высокопроизводительными методами.

11. Абсолютная металлоемкость (масса) приспособлений из элементов УСРСП не должна превышать металлоемкость (массу) неразборных приспособлений более чем на 10...15%.

12. Приспособления из элементов УСРСП должны быть удобны в эксплуатации и обеспечивать:

- свободный доступ к местам установки заготовок собираемых конструкций, к органам управления зажимных и фиксирующих устройств;
- быструю, удобную и надежную установку заготовок собираемых конструкций и свободное их удаление из приспособления;
- наиболее рациональный порядок сборки изделий при минимальном количестве переустановок или кантовок;
- безопасные условия работы.

**Выделение не решенных ранее частей общей проблемы, которым посвящается статья.** Изложенные требования предполагают обеспечение высокой универсальности, работоспособности и долговечности приспособлений при одновременной минимизации конструктивных параметров их элементов. В этих условиях решающее значение для оценки конструктивных параметров УСРСП приобретает прочность и жесткость.

**Постановка задания.** Опираясь на результаты известных исследований разработать критерии оценки, характеризующие абсолютные значения допускаемых деформаций параметров конструкции с учетом их жесткости и прочности.

#### **Изложение основного материала исследования.**

**Прочность.** В процессе длительной эксплуатации элементы УСРСП подвергаются различным силовым воздействиям, вызывающим появление пластических деформаций, постепенное накопление которых ведет к потере первоначальной точности или поломке элементов. Способность элементов сопротивляться возникновению пластических деформаций или разрушению характеризуется прочностью, для оценки которой обычно используются допускаемые напряжения. При этом, условие прочности выражается формулой [1]:

$$\sigma_{np} \leq [\sigma]_p = \sigma_m / n_m, \quad (1)$$

где  $\sigma_{np}$  – приведенное к простому растяжению или сжатию расчетное напряжение по гипотезе прочности, соответствующей данному состоянию материала (хрупкому или пластичному);  $[\sigma]_p$  – допускаемое напряжение при растяжении (сжатии);  $\sigma_m$  – предел текучести (пропорциональности) материала элементов УСРСП;  $n_m$  – рекомендуемый запас прочности.

**Жесткость.** Способность элементов приспособлений оказывать сопротивление значительному деформированию и перемещениям под действием эксплуатационных нагрузок характеризует их жесткость. Значительные деформации и перемещения отдельных элементов УСРСП могут нарушить положение деталей изготавливаемой сварной, в результате чего общая погрешность сборочной операции может выйти за пределы допускаемых значений. Следовательно, жесткость приспособлений и обеспечиваемая ими точность сборных конструкций взаимосвязаны между собой.

Общая погрешность приспособления, вызванная деформацией его элементов, может быть представлена в следующем виде:

$$\Sigma_{\Delta} = +(2\Delta_1 + 2\Delta_2 + 2\Delta_3 + 2\Delta_4 + \Delta_5) \leq \delta, \quad (2)$$

где  $\Sigma_{\Delta}$  – общая (суммарная) погрешность приспособления на контролируемом

размере;  $\Delta_1$  – изменение размера, вызванное поворотом конечного сечения базового элемента в результате его изгиба;  $\Delta_2$  – изменение размера, вызванное прогибом опорно-корпусных элементов;  $\Delta_3$  – изменение размера, вызванное податливостью соединения элементов;  $\Delta_4$  – изменение размера, вызванное деформацией раскрытия стыка соединения;  $\Delta_5$  – изменение размера, обусловленное точностью сборки приспособления;  $\delta$  – абсолютное значение предельного отклонения контролируемого размера.

На основании анализа результатов исследований универсально-сборных приспособлений [6, 7] с достаточной для рассматриваемого случая точностью можно принять:  $\Delta_1 \leq 0,27\delta$ ;  $\Delta_2 \leq 0,1\delta$ ;  $\Delta_3 \leq 0,05\delta$ ;  $\Delta_4 \leq 0,04\delta$ .

Показатели  $\Delta_2, \Delta_3, \Delta_4$  характеризуют абсолютные значения допускаемых деформаций соответствующих элементов УСРСП и могут быть приняты в качестве критериев их оценки.

Показатель  $\Delta_5$  определяется точностью изготовления элементов комплекта УСРСП и в каждом конкретном случае вычисляется отдельно с учетом того, что точность базовых элементов комплекта соответствует – 7 классу точности; опорных, установочных, монтажных элементов – 5 классу точности.

Показатель  $\Delta_1$  лишь относительно характеризует допустимый прогиб базового элемента приспособления и не может служить критерием для оценки этого параметра.

Для определения абсолютного значения упругого прогиба, как критерия оценки жесткости базового элемента, предположим, что его изгиб  $f$  идентичен изгибу балки с постоянной жесткостью  $EJ$  ( $E$  – модуль упругости металла, МПа;  $J$  – момент инерции, см<sup>4</sup>) и нагруженной постоянным изгибающим моментом  $M(x) = M_0 = const$ . В этом случае кривизна изогнутой оси элемента остается постоянной по длине, а изгиб происходит по окружности.

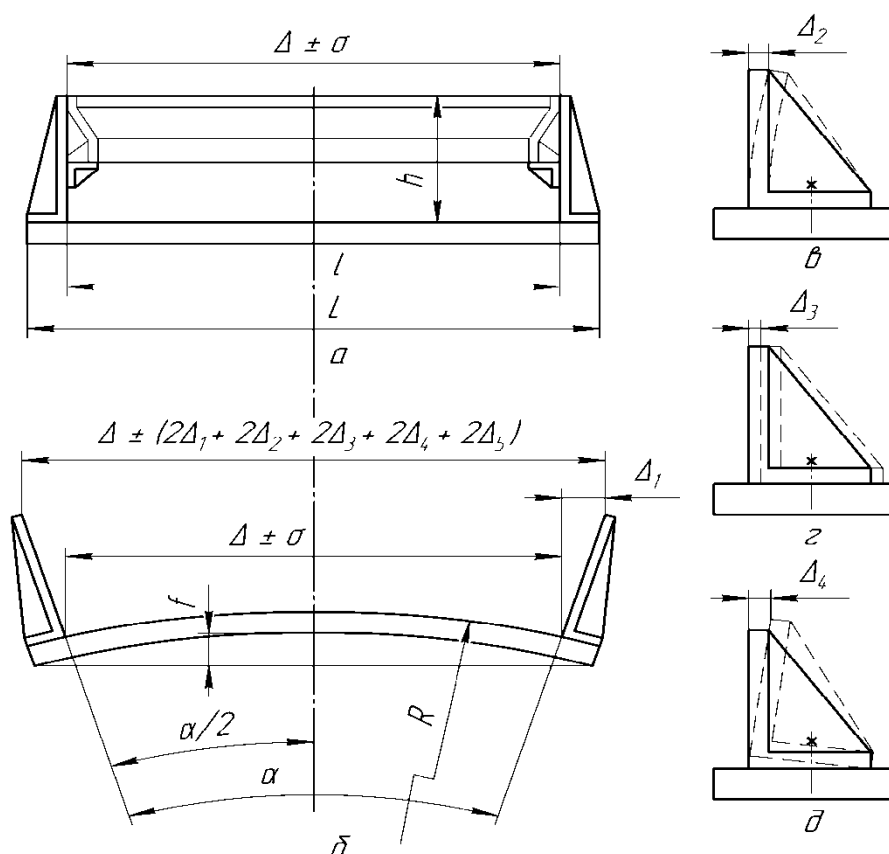


Рисунок 1 – Схема деформации элементов приспособления и слагаемые общей погрешности: а – схема приспособления; б – схема деформации базового основания; в – схема деформации опорно-корпусного элемента; г, д – схемы деформации соединения (г – податливость, д – раскрытие стыка)

С учетом принятого допущения обозначений на рис. 1 и числовых зависимостей между элементами окружности величину деформации базового элемента можно рассчитать по формуле:

$$f = 2R \sin^2 \frac{\alpha}{4}; R = \frac{L}{0,017453 \cdot \alpha}; \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{\Delta_1}{h}. \quad (3)$$

Величина нагрузки, необходимая для упругого деформирования базового элемента приспособления, определяется по схеме расчета балки на двух опорах с применением известной в теории сопротивления материалов формулы:

$$P = P_{упр} \frac{48 \cdot E \cdot J \cdot f}{10^3 \cdot L^3}, \text{ кН}, \quad (4)$$

где  $E$  – модуль упругости материала базового элемента, МПа;  $J$  – момент инерции сечения базового элемента, см<sup>4</sup>;  $f$  – допускаемая стандартом величина деформации базового элемента в состоянии поставки, см;  $L$  – длина базового элемента, см.

Проведенные расчеты показали, что величина нагрузки, необходимой для упругого деформирования базовых элементов рассматриваемых сварных конструкций, изменяется в пределах от 0,35 до 31 кН, что довольно точно подтверждается результатами работы [4]. Причем, в каждом конкретном случае величина нагрузки регламентируется только параметрами деформируемого базового элемента УСРСП.

#### **Выводы.**

1. Компоновки УСРСП различных серий должны обладать единством принципиальной конструкции и относительной равнопрочностью, а их элементы – взаимозаменяемостью и высокой степенью конструктивной унификации.

2. Зная размерные и характеристики точности собираемых конструкций, по установленным зависимостям могут быть определены значения основных критериев, величина которых рассчитывается по предельным значениям конструктивных параметров.

3. УСРСП предназначены преимущественно для сборки сложных сварных конструкций. Сварка изделий в УСРСП допускается только в тех случаях, когда это обеспечено прочностью и жесткостью их компоновок.

4. Показатели работоспособности компоновок УСРСП и рациональные параметры их основных элементов должны устанавливаться, исходя из типовой схемы нагружения, представленной на рис. 1.

5. Действующие в компоновках УСРСП эксплуатационные нагрузки по условиям приложения всегда статические.

6. Работоспособность компоновок УСРСП регламентируется, в основном, показателями прочности и жесткости базовых плит, а также надежностью соединения входящих вспомогательных элементов приспособления.

7. Основными критериями для оценки работоспособности и параметров УСРСП являются:

- прочность местная и общая, характеризуемая допускаемым напряжением и коэффициентом запаса прочности применяемого материала в конструкции приспособления;
- жесткость, определяемая точностью сборки сварных конструкций и характеризуемая допустимыми значениями прогибов базовых  $f$  и опорно-корпусных  $\Delta_2$  элементов, податливостью элементов соединения  $\Delta_3$  и смещением элементов соединения от раскрытия стыков  $\Delta_4$ .

### Литература

1. Бирюков, В.Д. Технологическая оснастка многократного применения [Текст] / В.Д. Бирюков, В.М. Дьяконов, Д.И. Поляков и др. – М.: Машиностроение, 1981. – 408 с.
2. Жолткевич, М.Д. Дослідження напружено-деформованого стану базових плит переналагоджуваних штампів [Текст] / М.Д. Жолткевич, С.І. Кравченко, О.Г. Носенко // Науковий вісник (Нові технології) / Кременчуцький університет економіки, інформаційних технологій і управління. – Кременчук: КУЕІТіУ, 2010. – Вип. 4(30), – С.81–86.
3. Жолткевич М.Д., Аналитическое определение износостойкости формообразующих элементов специализированных переналаживаемых штампов для гибки листовых деталей [Текст] / М.Д. Жолткевич, А.Я. Мовшович, Ю.А. Кочергин, И.К.Кириченко. // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2010. – № 43 С. 125-129.
4. Жолткевич, Н.Д. Универсально-сборные приспособления с пазами 8, 12, 16 мм для сборно-сварочных работ [Текст] / Н.Д. Жолткевич, Л.С. Филатов, В.И. Глуценко и др. – М.: ЦНИИ информ., 1982. – 116 с.
5. Жолткевич, Н.Д. Универсально-сборная переналаживаемая оснастка и технико-экономическая эффективность ее применения [Текст] / Н.Д. Жолткевич, И.Я. Мовшович, О.И. Световой и др. – М.: ЦНИИ информ., 1981. – 180 с.
6. Капустин, Н.М. Точность и жесткость универсально-сборных приспособлений [Текст] / Н.М. Капустин // Вестник машиностроения. – 1971. – №8. – С. 54 – 58.
7. Новиков, М.П. Основы конструирования сборочных приспособлений [Текст] / М.П. Новиков. – М.: Машгиз, 1990. – 352 с.

Надійшла до редакції 23.11.12

© О.В. Бондарь, С.И. Кравченко

**О.В. Бондар, пошукач, С.І. Кравченко, к.т.н., доцент**

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

## **ВИМОГИ ДО КОНСТРУКЦІЙ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ УНІВЕРСАЛЬНИХ ЗБІРНО-РОЗБІРНИХ ПРИСТОСУВАНЬ**

На підставі аналізу застосовуваного спеціального технологічного оснащення для зварних робіт розроблено основні вимоги до конструктивних параметрів універсальних збірно-розбірних пристосувань, що забезпечують мобільність технологічної підготовки виробництва при мінімальних витратах на їх виготовлення. Установлено критерії їх оцінювання, які характеризують абсолютні значення допустимих деформацій конструкції з урахуванням жорсткості та міцності при проведенні складально-зварних операцій виробів складної конфігурації.

**Ключові слова:** універсальні збірно-розбірні пристосування, жорсткість, міцність.

**O.V. Bondar, post-graduate, S.I. Kravchenko, Ph.D., assistant professor,**

*Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University*

## **THE REQUIREMENTS FOR CONSTRUCTION AND CRITERIONS ASSESS PARAMETERS OF UNIVERSAL DETACHABLE DEVICES**

On the basis of analysis of employed special technological equipment for welding operations have developed the basic requirements for design parameters of universal detachable devices that ensure mobility of preproduction planning with minimal cost of their production. Are established evaluation criteria characterizing the absolute values of the deformation of the structure with the stiffness and strength during assembly and welding operations goods of complex configuration.

**Keywords:** universal detachable devices, rigidity, strength.