

УДК 621.3

В.В. Косенко<sup>1</sup>, А.С. Кобзев<sup>1</sup>, А.В. Ряховский<sup>2</sup><sup>1</sup> ГП "Харьковский НИИ технологии машиностроения", Харьков<sup>2</sup> ГП "Научно-исследовательский технологический институт приборостроения", Харьков

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КОРПУСОВ ГИДРОЦИЛИНДРОВ МЕТОДОМ ТЕНЗОМЕТРИРОВАНИЯ

В статье приведены результаты исследования методом тензометрирования влияния конструктивных параметров паяного соединения на напряженное состояние корпусов гидроцилиндров. Результаты экспериментальных исследований показали, что максимальные значения как осевых, так и тангенциальных напряжений незначительны и мало зависят от длины шва паяного соединения. Конструкции паяных корпусов соответствуют требованиям, предъявляемым к ним по прочности и жесткости.

**Ключевые слова:** метод тензометрирования, напряженное состояние, осевые напряжения, тангенциальные напряжения, графики распределения напряжений.

### Введение

Применение паяных корпусов гидроцилиндров вместо цельных, обеспечивает значительное повышение коэффициента использования материала, снижение металлоемкости и трудоемкости изготовления [1]. Однако при этом нарушается сплошность и однородность корпусов, что вызывает необходимость проведения комплекса исследований и испытаний на прочность гидроцилиндров с составными паяными стенками. Прочность гидроцилиндров должна соответствовать требованиям технических условий на изготовление средств механизации [2, 3].

### Результаты исследований

Проведенные исследования напряженно-деформированного состояния корпусов и гидроцилиндров методом фотоупругости на пьезооптических моделях и голографической интерферометрии на натуральных образцах показали картину распределения напряжений и деформаций в опасных сечениях паяных корпусов гидроцилиндров. При этом возникающие напряжения значительно меньше предела прочности, а деформации незначительны. Для подтверждения полученных результатов были проведены испытания натуральных образцов паяных гидроцилиндров в реальных условиях нагружения.

Испытания проводились для гидроцилиндров с внутренним диаметром 80 мм при величине номинального давления 10 МПа. Нагружение производилось пневмогидропреобразователем низкого давления сжатого воздуха (0,6 МПа) в высокое давление масла (15 МПа). В ходе испытаний исследовалось влияние конструктивных параметров паяных соединений на напряженное состояние корпусов гидроцилиндров. В частности, был испытан ряд паяных гидроцилиндров с различной длиной шва спайки при равных прочих конструктивных параметрах. Для по-

лучения напряженного состояния, возникающего в каждом из паяных гидроцилиндров, был применен метод статической тензометрии с последующей тарировкой и систематизацией результатов. При этом на наружные поверхности паяных корпусов наклеивались тензодатчики (тензорезисторы) марки 2ПКБ-5-50 согласно схеме, показанной на рис. 1.

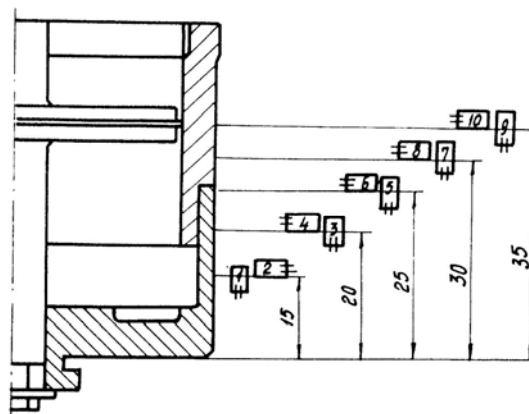


Рис. 1. Схема установки тензодатчиков на наружной поверхности корпуса гидроцилиндра

Наклейка производилась на предварительно подготовленные поверхности при помощи клея БФ-2 с последующей термообработкой и окончательной полимеризацией при комнатной температуре. В качестве регистрирующей аппаратуры использовался цифровой тензометрический мост ЦТМ-3 с переключателем датчиков ПД-100 (рис. 2). Тарировка датчиков производилась на балочке равного сопротивления, изготовленной из стали 40Х. В ходе испытаний нагружение каждого из гидроцилиндров с записью показаний прибора производилась не менее 3-х раз.

Результаты испытаний экспериментальных образцов паяных гидроцилиндров были проанализированы и представлены в виде графиков распределения осевых и тангенциальных напряжений на

наружных поверхностях корпусов (рис. 3, 4). Цифры 1, 2, 3, 4 обозначают кривые, соответствующие паяным гидроцилиндрам с длиной шва 5, 7, 9 и 12 мм.

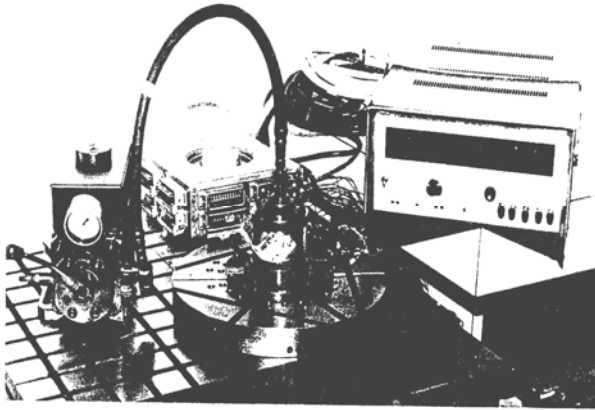


Рис. 2. Общий вид цифрового тензометрического моста ЦТН-3 с переключателем датчиков ПД-100

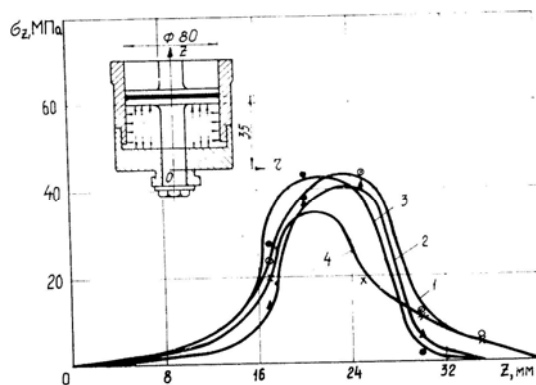


Рис. 3. График распределения осевых напряжений на наружных поверхностях корпусов

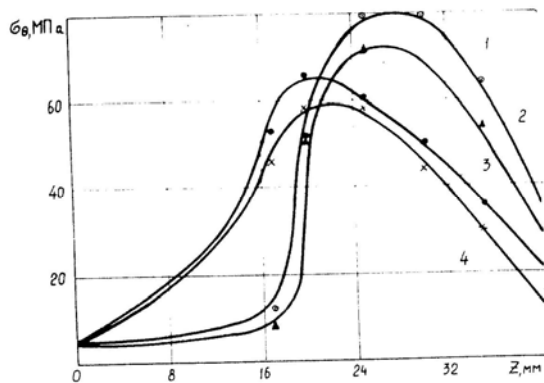


Рис. 4. График распределения тангенциальных напряжений на наружных поверхностях корпусов

Как видно из графиков, характер распределения осевых нормальных напряжений вдоль образующей для гидроцилиндров с различной длиной шва качественно аналогичен. На всех паяных корпусах осевые напряжения отсутствуют на наружных торцевых поверхностях и, плавно изменяясь, достигают максимума в зоне, где  $Z = 20 \dots 30$  мм. Некоторое смещение максимумов относительно друг друга обусловлено, по-видимому, погрешностями изготовления составных паяных корпусов, в частности, неко-

торыми различиями величин сборочного зазора (по длине шва) и толщин дна гидроцилиндров.

Картины распределения тангенциальных напряжений идентичны распределению осевых напряжений с таким же смещением максимумов, но на торцах  $\delta_0$  имеют некоторые конечные значения. На графиках показаны эпюры напряжений на длине, соответствующей области приложения внутреннего давления, что обусловлено величиной перемещения поршня в процессе закрепления обрабатываемых деталей.

Результаты экспериментальных исследований образцов паяных гидроцилиндров показывают, что максимальные значения как осевых, так и тангенциальных напряжений незначительно зависят от длины шва паяного соединения. Так при увеличении длины шва от 5 до 12 мм осевые напряжения уменьшаются от 44 до 36 МПа, а тангенциальные – от 80 до 58 МПа, т.е. увеличение длины шва в 2,4 раза дает уменьшение напряжений на 20 – 25%, что практически не имеет значения, тем более, что абсолютные значения максимумов в 5 – 10 раз меньше допускаемых для стали 40Х величин.

Сравнение картин распределения напряжений в паяных и цельных гидроцилиндрах показывает как на качественную, так и на количественную схожесть. Конструкция гидроцилиндров с паяными корпусами соответствует требованиям, предъявляемым к ним по прочности и жесткости.

## Вывод

Таким образом, экспериментальные исследования методом тензометрии подтвердили результаты исследований, полученные методами фотоупругости на пьезооптических моделях и голографической интерферометрии на натуральных образцах. Применение паяных гидроцилиндров из комплектов средств механизации технологической оснастки наряду с повышением технико-экономических показателей обеспечивает их высокую работоспособность, долговечность и надежность при эксплуатации в различных видах и конструкциях станочной технологической оснастки.

## Список литературы

1. Косенко В.В. Экономическая эффективность применения гидравлических цилиндров с составными корпусами для механизации станочных приспособлений / В.В. Косенко, А.С. Кобзев, В.Н. Белик // Системы обработки информации: Збірник наукових праць. – Х.: ХУ ПС, 2010. – Вип. 5(86). – С. 72-74.
2. Средства механизации универсальные с пазами 12 мм. Технические условия ТУЗ-17М-87.
3. Средства механизации агрегатные. Технические условия ТУЗ-16М-86.

Поступила в редколлегию 21.02.2012

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Х.В. Раковский, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПАЯНИХ З'ЄДНАНЬ НА НАПРУЖЕНИЙ СТАН КОРПУСІВ ГІДРОЦИЛІНДРІВ МЕТОДОМ ТЕНЗОМЕТРУВАННЯ**

В.В. Косенко, О.С. Кобзев, О.В. Ряховський

*У статті приведені результати дослідження методом тензометрування впливу конструктивних параметрів паяного з'єднання на напружений стан корпусів гідроциліндрів. Результати експериментальних досліджень показали, що максимальні значення як осьової, так і тангенціальної напруги незначні і мало залежать від довжини шва паяного з'єднання. Конструкції паяних корпусів відповідають вимогам, що пред'являються до них по міцності і жорсткості.*

**Ключові слова:** метод тензометрування, напружений стан, осьова напруга, тангенціальна напруга, графіки розподілу напруги.

**RESEARCH OF INFLUENCE OF STRUCTURAL PARAMETERS OF THE SOLDERED CONNECTIONS ON THE TENSE STATE OF CORPS OF HYDROCYLINDERS BY METHOD OF TENSIOMETRY**

V.V. Kosenko, A.S. Kobzev, A.V. Ryakhovskiy

*In the article the results of research of tensiometry of influence of structural parameters of the soldered connection a method are resulted on the tense state of corps of hydrocylinders. The results of experimental researches rotined that the maximal values of both axial and tangential tensions are insignificant and little depend on length of guy-sutures of the soldered connection. The constructions of the soldered corps conform to the requirements, to produced to them on durability and inflexibility.*

**Keywords:** method of tensiometry, tense state, axial tensions, tangential tensions, graphs of distributing of tensions.