

УДК 620.17

*С. В. Буйлов, Н. Л. Великанов, С. И. Корягин*

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ АДГЕЗИОННОЙ СВЯЗИ

90

*Представлено устройство, предназначенное для определения прочности адгезионной связи при действии нормальных и касательных напряжений. Устройство найдет применение в машиностроении.*

*The device intended for determination of durability of adhesive communication at action of normal and tangent tension is presented. The device will find application in mechanical engineering.*

**Ключевые слова:** прочность, адгезионная связь, испытательная техника.

**Key words:** durability, adhesive communication, test equipment.

#### Введение

Устройство относится к испытательной технике, предназначено для определения прочности адгезионной связи при действии нормальных и касательных напряжений, позволяет расширить диапазон измерения соотношений нормальных и касательных напряжений и найдет применение в машиностроении.

Известные устройства для определения прочности адгезионной связи содержат станину, захват для консольного крепления образца и силовозбудитель для нагружения образца поперечной силой. Кроме того, устройства снабжены кронштейном и точкой приложения поперечной силы, установленном на кронштейне роликом и контактирующим с роликом упором.

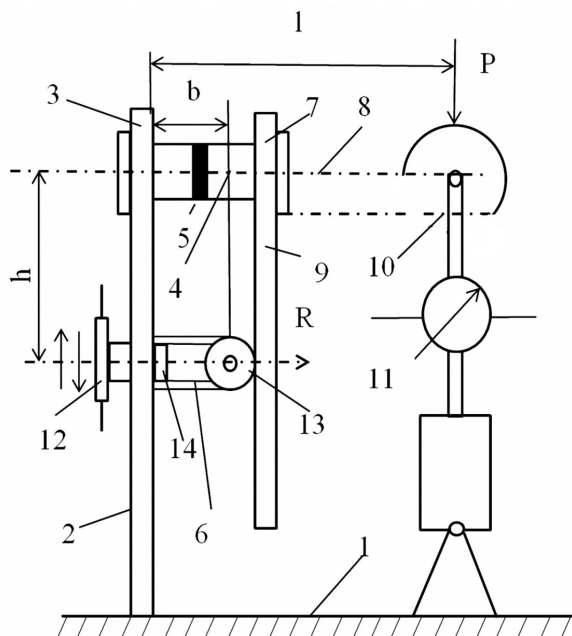
Недостатком этой конструкции является ограниченная область применения и ограниченный диапазон изменения соотношения нормальных и касательных напряжений ( $\sigma/\tau$ ). Для увеличения диапазона этих соотношений необходимо значительно увеличить длину балки  $l$ , так как соотношение  $\sigma/\tau$  находится в прямопропорциональной зависимости от величины  $l$ .

Предлагаемое устройство отличается от известных тем, что для расширения области применения и диапазона изменения соотношения нормальных и касательных напряжений оно снабжено винтовым приводом, который обеспечивает перемещение и фиксирование роликового упора вдоль плоскости кронштейна активного захвата в направлении, перпендикулярном оси образца и исключает изгибающий момент в плоскости адгезионной связи.



### Описание устройства

На рисунке изображена принципиальная схема устройства.



91

Рис. Устройство для определения прочности адгезионной связи

Устройство для определения прочности адгезионной связи содержит станину 1, на которой установлена стойка 2 с пассивным захватом 3 для образца 4, состоящего из двух частей, соединенным между собой исследуемой адгезионной связью 5.

По всей высоте стойки 2 имеется прорезь (на рисунке не показана), позволяющая роликовому упору 6 перемещаться в вертикальном направлении. Стойка 2 жестко соединена с пассивным захватом 3.

Активный захват 7 выполнен в виде балки 8, один конец которой снабжен зажимом и поперечным кронштейном 9, который является контактирующей плоскостью роликового упора 6, а другой конец соединен с силовозбудителем 10.

Силовозбудитель 10 через динамометр 11 жестко прикреплен к станине 1, тем самым фиксируется расстояние  $l$ .

Роликовый упор 6 состоит из ручного винтового привода от маховика 12 и сферического подшипника 13, наружное кольцо которого служит упором для поперечного кронштейна 9 активного захвата 7.

Роликовый упор 6 снабжен устройством для перемещения его вдоль стойки 2 и винтовым соединением 14, предназначенным для его фиксации в положении, соответствующем выбранному сочетанию нормальных и касательных напряжений.



## Принцип работы устройства

Устройство работает следующим образом.

Образец 4, состоящий из двух частей, соединенных между собой адгезионной связью 5, устанавливается в пассивном 3 и активном 7 захватах. Роликовый упор 6 фиксируется в положении, соответствующем выбранному сочетанию нормальных и касательных напряжений.

Маховиком 12 через винтовое соединение 14 роликового упора 6 сферический подшипник 13 приводится в соприкосновение с контактной плоскостью поперечного кронштейна 9 активного захвата 7.

С помощью силовозбуждающего устройства 10 производится нагружение образца 4.

При нагружении образца 4 поперечной силой в месте контакта сферического подшипника 13 с поперечным кронштейном 9 возникает сила реакции  $R$ , направленная параллельно оси образца 4 и создающая в адгезионной связи 5 изгибающий момент, противоположный по направлению изгибающему моменту от поперечной силы.

Достижение равенства величин упомянутых изгибающих моментов производится подбором соответствующих размеров  $h$ ,  $b$  и  $l$ . В этом случае нормальное напряжение в исследуемой адгезионной связи 5 будет равномерным по сечению, так как ось образца перпендикулярна плоскости приложения нагрузки и проходит через центр тяжести и поперечно-адгезионной связи сечения слоя адгезива (адгезионной связи).

Равномерное распределение напряжений может быть получено в результате того, что изгибающий момент в плоскости адгезионной связи 5 равен нулю. Равенство нулю изгибающего момента в плоскости адгезионной связи 5 достигается путем введения дополнительной силы, которая будет действовать параллельно и эксцентрично оси балки 8.

При нагружении образца силой  $P$  на адгезионную связь 5 действуют две силы: осевая  $N$  и поперечная  $Q$ , которые определяются по следующим формулам:

$$N = \frac{Pb(2l-b)}{2h \left( \frac{hE_2J_2}{3E_4J_4} + b \right)} = \frac{(2l-b)}{2h} P, \quad Q = P.$$

Под действием этих сил в плоскости адгезионной связи 5 возникают нормальные и касательные напряжения:

$$\sigma = \frac{(2l-b)p}{2hF}, \quad \tau = \frac{P}{F}.$$

Здесь  $E_2J_2$  — изгибная жесткость образца;  $E_4J_4$  — изгибная жесткость роликового упора;  $F$  — площадь поперечного сечения образца.

## Особенности конструкции устройства

Конструкция предлагаемого устройства, в отличие от известных, позволяет варьировать размер  $h$  при  $l = \text{const}$ , что дает возможность исследовать долговечность адгезионной связи 5 в следующих режимах:



– постоянство нагрузки с фиксацией времени до разрушения образца 4;

– выдержка образца 4 при постоянной нагрузке на заданной базе времени с последующим кратковременном статистическим деформированием и фиксацией остаточной прочности;

– постоянство положения балки 8 и переменной нагрузки (исследование релаксации напряжений в слое адгезива).

Также описанная конструкция позволяет изменять в большом диапазоне соотношение нормальных и касательных напряжений за счет обеспечения перемещений и фиксирования роликового упора 6 вдоль плоскости кронштейна активного захвата 7.

Таким образом, обеспечивается равномерное распределение напряжений в адгезионной связи, расширяется область применения устройства и диапазон измерения соотношений нормальных и касательных напряжений.

93

### Список литературы

1. Кочнев А.М., Заикин А.Е., Галибеев С.С., Архиреев В.П. Физикохимия полимеров. Казань, 2003.

2. Корягин С.И., Великанов Н.Л., Буйлов С.В. Технологическая инструкция по ремонту элементов корпуса судов флота путем образования трехслойной конструкции с полимерным наполнителем. Калининград, 2013.

3. Великанов Н.Л., Корягин С.И. Восстановление прочности изношенных и поврежденных конструкций корпуса судна : метод. указания. Калининград, 2013.

4. Великанов Н.Л., Корягин С.И. Проблемы эксплуатации и ремонта металлических и железобетонных конструкций. Калининград, 2015.

### Об авторах

Сергей Владимирович Буйлов — канд. техн. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: bsv2552@yandex.ru

Николай Леонидович Великанов — д-р техн. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: monolit8@yandex.ru

Сергей Иванович Корягин — д-р техн. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: SKoryagin@kantiana.ru

### About the authors

Dr Sergey Buylov, ass. prof., I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: bsv2552@yandex.ru

Prof. Nikolay Velikanov, I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: monolit8@yandex.ru

Prof. Sergey Koryagin, I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: SKoryagin@kantiana.ru