

©Кравцов М.К., Святуха А.А., Оболенская Т.А., Климова И.В.

ВЛИЯНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ЖИДКОГО СТЕКЛА НА ПРОЧНОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ С НАТЯГОМ

1. Постановка проблемы

Применение различных покрытий сопрягаемых деталей, предполагаемые рядом исследователей как у нас в стране, так и за рубежом в целом ряде случаев либо не удовлетворяет тем или другим требованиям эксплуатации неподвижного соединения, либо сопряжено с определенной сложностью технологического процесса их реализации.

Поэтому наиболее рациональное направление поиска должно заключаться в нахождении такого способа соединения деталей, который сочетал бы в себе простоту и удобство его применения с обеспечением высокой напряженности и долговечности эксплуатации узла.

2. Анализ исследований

Промежуточные среды, применяемые в соединениях с натягом, в большей или меньшей степени повышают статистическую прочность и качество соединений по отношению к обычным тепловым соединениям. Степень повышения прочности и качества определяется соответствующим подбором компонентов смеси, а также связующего материала. Однако этот метод, несмотря на получение соединений с необходимым диапазоном прочности и качества, предотвратить полностью относительный сдвиг деталей при возникновении нагрузок превышающих допустимые, не позволяет. Вместе с тем во многих случаях возникает необходимость получения особо прочных соединений с натягом, практически не допускающих относительного сдвига деталей и выполняемых по возможности простым технологическим приемом. Особую сложность для увеличения прочности

представляют соединения с относительно малой длиной посадочной поверхности $\frac{1}{D} \ll 1$ и ограниченной жесткостью охватывающей детали, передающие либо воспринимающие значительные скручивающие и осевые нагрузки, например, зубчатые венцы различных механизмов. Поэтому представляет интерес использования в зоне трения соединений, собираемых тепловым методом промежуточной среды, превращающейся после образования натяга в плотное, прочное вещество, имеющее высокую адгезию к материалу сопрягаемых деталей и способствующее повышенной фрикционности.

3. Основной материал

При исследовании данной проблемы на охватываемую деталь перед сборкой с нагретой охватывающей наносился слой раствора жидкого стекла.

По этому способу осуществлена сборка и испытание следующих видов соединения:

1) экспериментальные соединения валов и втулок с размерами посадочных диаметров 40 и 60 в диапазоне натягов от 0,015 до 0,050 мм; материал валов и втулок – нормализованная сталь 45 с исходной шероховатостью посадочной поверхности соответственно $\sqrt{1,25}$ и $\sqrt{2,5}$.

2) натурные соединения зубчатого венца с корпусом дифференциала заднего моста (рис. 1) тракторного самоходного шасси Т-16М с размером посадочного диаметра 200 мм в диапазоне натягов от 0,145 мм до 0,280 мм. Материал корпуса дифференциала – высокопрочный чугун марки ВЧ 42-12 с исходной шероховатостью посадочной поверхности $\sqrt{2,5}$, материал зубчатого венца – сталь 45, HRC - 42 ...46 с исходной шероховатостью $\sqrt{2,5}$.

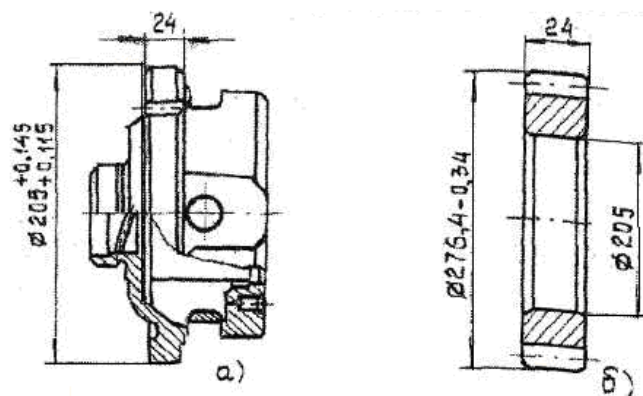


Рис. 1 – Натурные образцы для экспериментальныхборок:

- а) корпус дифференциала самоходного шасси Т-16М;
- б) зубчатый венец

По существующей технологии для соединения зубчатого венца с корпусом дифференциала, кроме прессовой посадки предусматривается дополнительное крепление сопрягаемых деталей четырьмя заклепками.

Для сравнительных испытаний были собраны по пять комплектов соединений каждого вида обычным тепловым методом и с нанесением перед сборкой на охватываемую деталь раствора жидкого стекла.

Сборка экспериментальных соединений осуществлялась путем свободного введения вала с нанесенным на его посадочную поверхность тонкого слоя раствора жидкого стекла в нагретую до температуры 250-280 °С втулку.

Сборка, натурных образцов осуществлялась путем свободной насадки нагретого до температуры 200-220 °С зубчатого венца на посадочную поверхность дифференциала, предварительно покрытую тонким слоем раствора жидкого стекла.

Нанесение раствора жидкого стекла в обоих случаях производилось с помощью кисти на предварительно протертую бензином или ацетоном посадочную поверхность детали непосредственно перед сборкой.

После охлаждения собранного узла и выдержки в течение 3-х суток производилось испытание прочности скрепления деталей валов со втулками на осевой сдвиг путем выпрессовки, а зубчатых венцов с корпусом дифференциала на проворачивание относительно друг друга в специальном приспособлении (рис. 2).

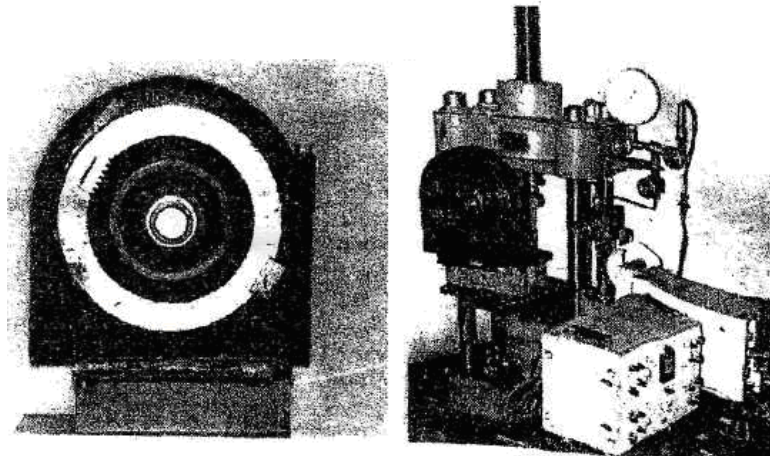


Рис. 2 – Испытание собранных натуральных соединений на относительный поворот:

а) приспособление для установки собранного соединения; б) общий вид установки для испытания на относительный проворот

В результате испытаний установлено, что для соединений валов со втулками \varnothing 40 мм с натягами от 0,015 мм до 0,050 мм, собранных обычным тепловым методом, усилие распрессовки составляло соответственно от $12 \cdot 10^4$ Н до $26 \cdot 10^4$ Н. Для тех же соединений, собранных с нанесением на вал раствора жидкого стекла, усилие при выпрессовке достигало $(70-75) \cdot 10^4$ Н, но относительного сдвига не наблюдалось. При дальнейшем возрастании усилия наступала необратимая деформация, выступающей со втулки хвостовой части вала (рис. 3).

Для соединений \varnothing 60 мм собранных с нанесением раствора жидкого стекла относительно сдвига не наблюдалось при усилении выпрессовки до $12 \cdot 10^4$ Н. Дальнейшее возрастание усилия также вызвало разрушение выступающей части вала. В обоих случаях на диаграмме выпрессовки запись усилия сопровождается крутым почти вертикальным ростом кривой без характерных скачков или других каких-либо изменений, что свидетельствует об абсолютном отсутствии относительно сдвига деталей собранного узла.

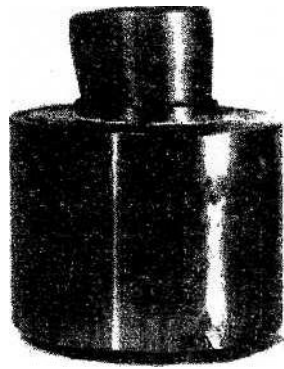


Рис. 3 – Результаты приложения осевого усилия при распрессовке соединений, собранных с покрытием вала жидким стеклом

Максимальный крутящий момент, обеспечивающий передачу усилия зубчатым венцом без его смещения относительно корпуса дифференциала, собранного тепловым методом, составил порядка 9500-10000 Н·м при натяге в соединении 0,240 мм. Соединения, собранные с нанесением перед сборкой раствора жидкого стекла, выдерживали передачу крутящего момента без относительного смещения деталей около 20000 Н·м. Дальнейшее возрастание крутящего момента приводило либо к выкрошиванию зуба зубчатого венца, либо к поломке корпуса дифференциала (рис. 4).

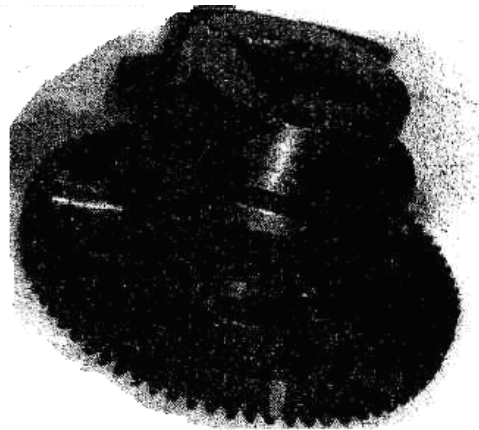


Рис. 4 – Результаты испытания натуральных образцов на относительный поворот, собранных с покрытием жидким стеклом

Многokратное увеличение прочности еще раз подтверждает правильность предположений о существенном изменении физико-механических свойств промежуточной среды в зоне контакта сопрягаемых деталей, обусловленных

одновременным воздействием значительного удельного давления прессовой посадки и повышенной температуры нагретой охватывавшей детали.

К тому же при использовании раствора жидкого стекла между сопряженными поверхностями деталей, возможно появление множества мостиков микросварки, возникающих в результате контактирования обнажающихся микровыступов ювенильно чистыми поверхностями. Обнажение микровыступов происходит в связи с разрушением затвердевшего кремнезема, покрывающего весь микрорельеф зоны контакта, после приложения сдвигающей нагрузки.

С возрастанием нагрузки увеличивается количество точек микросварки, а следовательно, и фрикционность соединения в целом. Наглядным подтверждением высокой фрикционности контактирующих деталей может служить анализ состояния посадочных поверхностей деталей соединения после разборки, осуществленной специальным индукционным нагревателем (рис 1). После тепловой разборки соединения, к валу которого предварительно прикладывалась осевая нагрузка с целью осуществления разборки выпрессовкой, отчетливо видна мелкая сыпь, по характеру напоминающая наждачное полотно. Поэтому смещение указанных сопряженных поверхностей приложением нагрузки (как осевой, так и скручивающей) относительно друг друга крайне затруднительно и практически невозможно без возникновения необратимых деформаций в деталях неподвижного соединения. При этом прочность скрепления деталей соединения, в случае приложения нагрузок, превышающих расчетные, будет лимитироваться уже прочностными характеристиками материала деталей соединения с натягом.

Таким образом, использование данного способа соединений деталей может найти широкое применение в различных узлах машин и механизмов, где имеются неподвижные соединения, передающие либо воспринимающие значительные осевые и скручивающие нагрузки. Значительное повышение прочности соединений с натягом создает возможность существенно снизить натяги, а, следовательно, и напряженное состояние деталей, что позволит увеличить надежность и долговечность эксплуатации механизма в целом.

Использование рассмотренного способа соединений деталей создает также реальные предпосылки исключить во многих неподвижных цилиндрических соединениях шпоночные, штифтовые и шлицевые скрепления деталей и тем самым упростить изготовление машин и механизмов, снизить их стоимость.

Особую эффективность данный способ приобретает у соединений, имеющих значительные размеры диаметра, сравнительно малую длину посадочной поверхности, ограниченную жесткость охватываемой детали, например зубчатые венцы, бандажы, кольца, и др. Эти детали в процессе эксплуатации претерпевают значительный износ и поэтому, как правило, после предельного износа, повторно не используются в связи с чем снятие их с охватываемой детали может осуществлено как тепловым методом с помощью индукционных нагревателей, так и путем разреза газовой горелкой либо механической пилой.

Выводы

Проведенные в работе теоретические и экспериментальные исследования позволили получить данные, необходимые для выбора оптимального состава промежуточной среды в соединениях с натягом, обеспечивающего требуемую их прочность при статических и динамических нагрузках, и определить основные параметры деформированного слоя, оказывающего существенное влияние на несущую способность неподвижных соединений.

Список использованных источников:

1. Григорьев П. Н. Растворимое стекло : получение, свойства и применение / П. Н. Григорьев, М. А. Матвеев. – М. : Госстройиздат, 1956. – 443 с.: ил.
2. Аппен А. А. Температурустойчивые неорганические покрытия / А. А. Аппен. – Л. : Химия, 1976. – 295 с.
3. А. с. № 1232453 СССР, МПК⁶ 4 В 23 Р 11/02. Способ сборки деталей с натягом / А. А. Святуха, М. К. Кравцов, В. А. Любов (СССР) ; Укр. заоч. политехн. ин-т. – Оpubл. в Б.И. 1984, №19.

4. Святуха А. А. Прочность неподвижных соединений узлов шахтных конвейеров, собранных тепловым способом с применением промежуточных сред / А. А. Святуха, В. О. Галета, М. К. Кравцов, В. А. Белостоцкий // Прочность и долговечность горных машин : [сб. статей] / Укр. заоч. политехн. ин-т. – М. : Недра, 1984. – Вып. 6. – С. 126–132.

5. Святуха А. А. Усталостная прочность валов неподвижных соединений собранных тепловым методом с применением покрытий / А. А. Святуха, В. А. Белостоцкий, В. А. Любов // Вестник машиностроения. – 1980. – № 3.

Кравцов М.К., Святуха А.А., Оболенская Т.А., Климова И.В. «Влияние покрытий на основе жидкого стекла на прочность соединений с натягом».

В статье рассматриваются вопросы повышения прочности и качества путем подбора соответствующих компонентов смеси, а также связующего материала.

Приведем анализ состояния посадочных поверхностей деталей соединения после разборки, что подтверждает достаточно высокую фрикционность контактирующих деталей при данном методе.

Ключевые слова: соединение, натяг, промежуточные среды, жидкое стекло.

Кравцов М.К., Святуха А.А., Оболенська Т.О., Клімова І.В. «Вплив покриття на базі рідинного скла на міцність з'єднань із натягом».

У статті розглядаються питання підвищення міцності і якості шляхом підбору відповідних компонентів суміші, а також сполучного матеріалу.

Наведемо аналіз стану приземних поверхонь деталей з'єднання після розбирання, що підтверджує достатньо високу фрикційність контактуючих деталей при даному методі.

Ключові слова: з'єднання, натяг, проміжні середовища, рідинне скло.

Kravtsov M.K., Svyatuha A.A., Obolenskaya T.A., Klimova I.V. “The influence of the coating in the liquid glass base for the strength of the connections with tightness”.

The problems of the increase of strength and property by means of corresponding components mixture selection, and also connection materials are examined in the article.

The state analysis of fit surfaces for connection details after dismantling is adduced, that confirms the quite enough the high friction of the contact details for this method.

Key words: connection, tightness, interval mediums, liquid glass.

Стаття надійшла до редакції 12 жовтня 2011 р.