

РАЗВИТИЕ СПОСОБОВ СБОРКИ СОЕДИНЕНИЙ С НАТЯГОМ

БАТИНОВ Игорь Васильевич

кандидат технических наук

доцент кафедры «Автомобили и металлообрабатывающее оборудование»

ГАЛИЦЫН Данил Алексеевич

студент кафедры «Автомобили и металлообрабатывающее оборудование»

ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова»

г. Ижевск, Россия

В работе описаны способы соединения с натягом толстостенных и тонкостенных деталей и их развитие. Приведена схема гидромеханической сборки с натягом тонкостенных деталей.

Ключевые слова: соединения с натягом, запрессовка, дорн, среда высокого давления, тонкостенные детали.

Соединение с натягом – технологическая операция получения условно разъёмного соединения, которое получается при вставлении одной детали (или части её) в отверстие другой детали при посадке с натягом. Для получения неподвижного соединения необходим натяг (положительная разность диаметров вала и отверстия) [1].

В большинстве случаев соединения с натягом применяется для толстостенных деталей. Создание посадки с натягом для тонкостенных является более сложной технологической задачей в связи с повышением риска разрушения деталей при сборке. Поэтому для нетехнологичных конструкций, например, тонкостенных, неподвижные соединения обеспечиваются другими способами (пайка, сварка, склеивание).

Схемы способов сборки соединений с натягом запрессовкой приводятся в таблице 1.

При традиционном способе сборки соединений с натягом продольно запрессовывают деталь «вал» в отверстие детали «втулка» или наоборот «втулку» на «вал». Сопротив-

ление взаимному смещению деталей в этих соединениях создается и поддерживается силами упругой деформации сжатия (в охватываемой детали) и растяжения (в охватывающей детали), пропорциональными величине натяга в соединении.

Кроме величины натяга посадки, требующего повышения силы запрессовки и соответственно мощности оборудования, ограничивающим фактором также является длина поверхности соединения. Запрессовка длинномерных охватывающих и/или охватываемых деталей является сложными техническими и технологическими задачами. Одним из перспективных процессов при обработке и сборке является использование жидкой среды высокого давления.

Примером использования жидкой среды высокого давления является раздача трубки средой под высоким давлением [3]. Сущность данного метода процесса состоит в упругопластическом расширении тонкостенной трубки под действием сил, прикладываемым со стороны жидкости (рисунок 1).

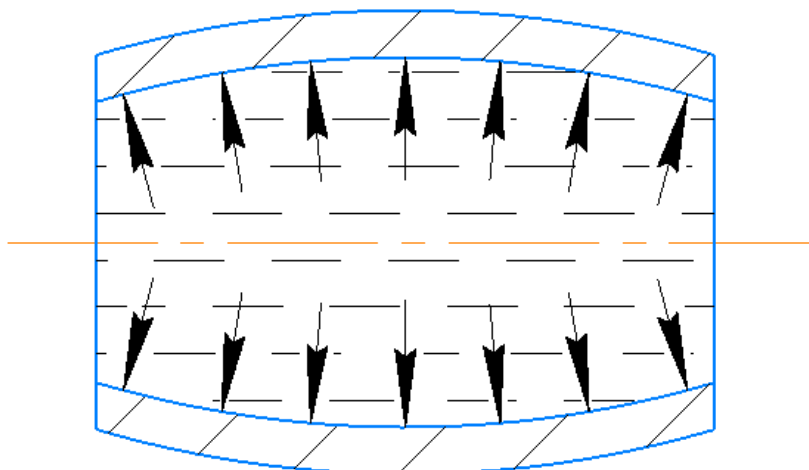


Рисунок 1. Схема раздачи тонкостенной трубки средой высокого давления

Данный метод может быть использован для сборки соединений с натягом, преимущественно, тонкостенных деталей из-за относительно невысокого необходимого давления жидкой среды для деформации. Например, для образования соединения с натягом можно

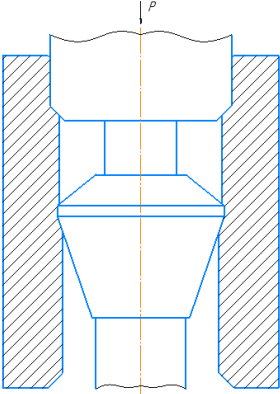
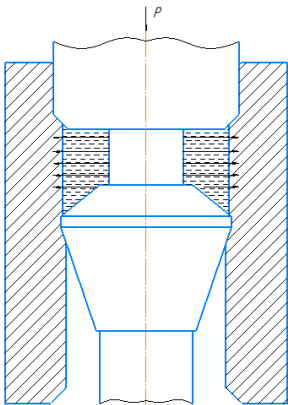
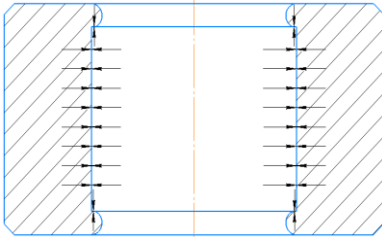
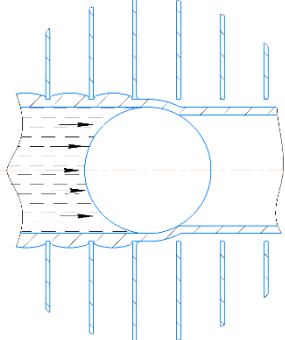
предварительно установить охватываемую деталь на расширяемую деталь.

Из-за отсутствия твердотельного инструмента длина раздаваемой детали ограничена только необходимым для деформации объемом жидкой среды.

Таблица 1

СХЕМЫ СБОРКИ СОЕДИНЕНИЯ С НАТЯГОМ

№	Название	Схема	Источник
1	Продольная запрессовка		[2]
2	Гидропрессовая запрессовка		[10]

3	Комбинированная схема запрессовки с дорнованием		[7]
4	Комбинированная схема запрессовки с дорнованием и подачей среды под давлением		[10]
5	Продольная запрессовка с образованием наплывов на торцах		[9]
6	Гидромеханическая сборка тонкостенных деталей		[3]

Способ гидропрессовой запрессовки по литературному источнику [10] заключается в следующем: перед запрессовкой в одной из двух стыкуемых деталей дополнительно выполняется отверстие, обеспечивающее доступ к посадочной поверхности. Во время сборки деталей в это отверстие под большим давлением нагнетается масло. Струя сжатого масла, как правило, направлена внутрь выточенной кольцевой канавки, при этом гидрав-

лическое давление масла вызывает упругую деформацию, при которой происходит одновременное увеличение внутреннего диаметра ступицы и уменьшение наружного диаметра вала. Образовавшийся в результате этого зазор заполняется находящимся под давлением маслом, которое действует как разделительная смазочная плёнка (плёнка скольжения) между стыкуемыми деталями. При достижении желаемой длины соединения происходит

отключение подачи масла, и под действием упругости материалов восстанавливается исходное соотношение диаметров и выдавливается разделительная плёнка масла из зазора между соединяемыми деталями, что обеспечивает их жёсткую посадку.

Для реализации данного способа необходимо проводить предварительную механическую обработку деталей, что повышает трудоемкость сборки. Нагнетание масла под высоким давлением подразумевает необходимость использования соответствующего оборудования.

В сравнении с традиционным способом продольной запрессовки, при способе гидропрессовой запрессовки из-за образования пленки скольжения снижается необходимое осевое монтажное усилие.

Комбинированный способ запрессовки с дорнованием по авторскому свидетельству №667375 [7] представляет собой продольную запрессовку, при которой запрессовываемый вал передает осевое усилие дорну, при перемещении которого происходит упругопластическое увеличение диаметральных размеров схватывающей поверхности втулки.

Данный способ предполагает использование дорнов разного диаметра для соединений разных сопрягаемых диаметров, что приводит к дополнительным затратам.

Преимуществом этого способа перед традиционной продольной запрессовкой является меньшее необходимое осевое усилие, т. к. при проталкивании дорна контакт поверхностей меньше, соответственно, уменьшаются и силы трения, возникающие во время запрессовки. В сравнении с гидропрессовой запрессовкой отсутствует необходимость в выполнении технологических отверстий и канавок, а также в использовании оборудования для подачи среды под высоким давлением.

Комбинированный способ запрессовки с дорнованием и подачей жидкой среды под высоким давлением по литературному источнику [10] состоит в передаче осевой монтажной силы дорну через охватываемую деталь (вал) с подачей масла под давлением в полость корпуса между охватывающей деталью (втулкой) и штоком. При перемещении дорна происходит чистовая обработка отверстия

втулки и образование на ее поверхности упрочненного слоя металла, а также дальнейшее увеличение избыточного давления масла в полости корпуса путем сжатия масла дорном. К моменту внедрения запрессовываемого вала во втулку давление масла в полости корпуса возрастает до величины, превышающей расчетные контактные напряжения на поверхности формируемого соединения.

Масло, находящееся под давлением, осуществляет силовое воздействие на внутреннюю поверхность втулки, вышедшую из очага деформации, ограничивая тем самым упругое восстановление ее диаметральных размеров. В результате внедрение вала во втулку происходит при наличии радиального зазора между сопрягаемыми поверхностями, что позволяет сохранить их исходное качество и расчетный натяг. Кроме того, уменьшается контактное трение при сборке, что снижает силу запрессовки.

Данный способ обладает недостатками вышеописанных способов запрессовки ввиду того, что представляет собой их комбинацию.

Особенность способа продольной запрессовки с образованием наплывов на торцах по авторскому свидетельству № 1433742 [9] соединяемых деталей заключается в следующем: недопрессовка вала до нижнего опорного торца и запрессовка дальше верхнего торца втулки приводит к тому, что у торцов образуется свободный от контактного давления участок охватывающей поверхности. На этом участке происходит восстановление диаметральных размеров и образование кольцевого наплывов-выступов. Эти наплывы-выступы дополнительно запирают запрессованный вал во втулке, препятствуя его сдвигу в процессе действия, осевой эксплуатационной нагрузки в соединении.

Способ продольной запрессовки с образованием наплывов на торцах может применяться как самостоятельный способ соединения, так и в комбинации с представленными выше способами.

Способ гидромеханической сборки тонкостенных деталей реализуется следующим образом: после установки трубки в отверстия в пластины с зазором, дорн в виде шара приводится в движение потоком среды под высоким

давлением, проходя через трубку создает упругопластические деформации, соответственно, увеличивает ее внутренний и внешний диаметр. В местах контакта трубки с пластинами увеличение внешнего диаметра ограничено диаметром отверстий в пластинах, что между этими участками приводит к образованию кольцевых наплывов-выступов, которые осуществляют поперечную сборку с натягом.

При данном методе необходимы меньшие усилия, но главной сложностью образования таких соединений, является расчет необходимого натяга, который обеспечит требуе-

мую прочность соединения и не разрушит соединяемые детали.

Заключение: Рассмотрена эволюция способов сборки соединений с натягом с применением жидкой среды высокого давления и при совмещении с процессом дорнования отверстия «толстостенной втулки». Приведена схема холодной сборки с натягом при установке на наружную поверхность тонкостенной трубки комплекта пластин, расположенных на расстоянии одна от другой при раздаче трубы дорнованием с применением среды высокого давления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гулиа Н.В., Клоков В.Г., Юрков С.А. Детали машин. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 416 с.
2. Рогов В.А. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов / В.А. Рогов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 351 с.
3. Исаченков Е.И. Штамповка резиной и жидкостью. – М.: Машиностроение, 1967. – 367 с.
4. А. с. 617227 СССР, МПК В23Р11/02. Способ сборки запрессовкой деталей типа вал-втулка / И.И. Янченко, Б.Ф. Федоров, Н.С. Сивцев (СССР). – №2452274/25-27; заявл. 14.02.77; опубл. 30.07.78, Бюл. № 28.
5. Сивцев Н.С. Развитие комбинированной технологии дорнования и запрессовки деталей // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2005. – № 1. – С. 16-19.
6. А. с. 632536 СССР, МПК В23Р19/02. Приспособление для запрессовки / И.И. Янченко, Б.Ф. Федоров, Н.С. Сивцев (СССР). – № 2480632/25-27; заявл. 25.04.77; опубл. 15.11.78, Бюл. № 42.
7. А. с. 667375 СССР, МПК В23Р19/02. Устройство для сборки запрессовкой / И.И. Янченко, Н.С. Сивцев (СССР). – № 2568556/25-27; заявл. 16.01.78; опубл. 15.06.79, Бюл. № 22.
8. Разработка и исследование технологического процесса гидропрессовой сборки подшипниковых узлов в редукторах: отчет о НИР (закл.) / ИМИ; рук. Б.Ф. Федоров. – МТ 6-73; № ГР Р002275; Инв. № Б676769. – Ижевск, 1977. – 64 с.
9. А. с. 1433742 СССР, МПК В23Р11/02. Способ сборки деталей типа вал-втулка запрессовкой / И.И. Янченко, И.В. Батинов, Н.С. Сивцев (СССР). – №4206255/31-27; заявл. 06.03.87; опубл. 30.10.88, Бюл. № 40.
10. Щенятский А.В. Теория и технология гидропрессовых соединений с натягом: дис. ... д-ра техн. наук. – Ижевск, 2003. – 355 с.