

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕССОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Полунина Л.П.

Машина жасаудағы престік біріктіру, қолдану аймағындағы артықшылықтары мен кемшіліктері, күштік бағынуы және жинақ түрлері.

By press connections in mechanical engineering, scopes, merits and demerits, power dependences, ways of assembly.

Для неразборных или редко разбираемых сопряжений по круговой цилиндрической поверхности применяют прессовые соединения, осуществляемые посадками с натягом. С помощью прессовых посадок с валами соединяют зубчатые колеса, маховики, подшипники качения и т.п.

Основное положительное свойство прессового соединения – его простота и технологичность. Это обеспечивает сравнительно низкую стоимость соединения и возможность его применения в массовом производстве.

Прочность и неподвижность этих соединений создается и поддерживается силами упругой деформации сжатия в охватываемой и растяжения в охватывающей деталях. При других равных условиях прочность сопряжения пропорциональна натягу [1] .

Нагрузочная способность прессового соединения, прежде всего, зависит от натяга, значение которого устанавливают в соответствии с нагрузкой. При одном и том же натяге она зависит от принятого способа сопряжения, материала, размера деталей, шероховатости поверхностей, рода смазки при запрессовке, скорости запрессовки. Практически расчетный натяг очень невелик, он измеряется микрометрами и не может быть выполнен точно. Неизбежные погрешности производства приводят к рассеиванию натяга, а следовательно и к рассеиванию нагрузочной способности прессового соединения. Рассеивание натяга регламентируется стандартом ЕСП.

Существенный недостаток прессового соединения – зависимость его нагрузочной способности от ряда факторов, трудно поддающихся учету: широкого рассеивания коэффициента трения и натяга, влияния рабочих температур, наличие высоких сборочных напряжений в деталях вследствие концентрации давлений у краев отверстия. Влияние этих недостатков

снижается по мере накопления результатов экспериментальных и теоретических исследований, позволяющих совершенствовать расчет, технологию и конструкцию прессового соединения. что обеспечивает этому соединению все более широкое применение.

Сборку любого прессового соединения выполняют одним из трех способов:

1) *прессованием (продольная сборка),*

2) *нагревом охватывающей детали, (поперечная сборка).*

3) *охлаждением охватываемой детали (поперечная сборка).*

Прессование наиболее распространенный и несложный способ сборки. Этому способствует универсальность оборудования и низкая трудоемкость сборочных работ. При сборке под прессом детали соединения взаимно перемещаются по продольной оси. На качество запрессовки оказывает влияние наличие фаски. Наилучшее качество соединения получается при угле фаски 10° . Скорость запрессовки должна быть от 2 до 5 мм/с. Изменение скорости запрессовки от 2 до 20 мм/с снижает усилие распрессовки от 4 до 11%.

Максимальное усилие запрессовки определяют по формуле

$$F = \pi r l d j ,$$

где: p — давление на посадочной поверхности, Па;

l и d - длина и диаметр посадочной поверхности, мм;

j — коэффициент трения сопрягающихся поверхностей (для сталей и чугунов в среднем 0,1 — 0,15) [2].

Однако, этому способу свойственны недостатки: смятие и частичное срезание (шабровка) шероховатостей посадочных поверхностей, что приводит к ослаблению прочности соединения.

При проектировании прессовых соединений выбирают стандартную посадку по условиям неподвижности соединения при заданной нагрузке без каких либо дополнительных креплений, но возможны случаи, когда стандартная посадка недопустима по условиям прочности сопрягаемых деталей, т.е заданный натяг может вызвать разрушение или чрезмерную деформацию деталей. Поэтому при расчете прессовых посадок необходимо рассматривать как условия прочности (неподвижности) соединения, так и условия прочности деталей [2]

При поперечной сборке нагревают или охлаждают детали до температуры, при которой обеспечивается нулевой натяг или зазор при сопряжении деталей. После сопряжения происходит выравнивание температуры деталей и между ними возникает натяг.

Тепловая сборка существенно (в среднем в 1,2 - 2,5 раза) увеличивает несущую способность соединений с натягом. Это объясняется тем, что при сборке под прессом микронеровности сминаются, в то время как при тепловой сборке они, смыкаясь, заходят друг в друга, что повышает коэффициент трения и прочность сцепления. Следовательно, в неразбираемых соединениях можно снизить натяг, применив тепловую сборку.

При достаточно высоком нагреве охватывающей детали (или глубоком охлаждении охватываемой) можно получить нулевой натяг или обеспечить зазор h при сборке соединения. Для получения зазора h определяют температуру нагрева охватывающей детали :

$$t = (\Delta + h) / d \alpha_1 + t^0 ,$$

где: Δ — максимальный натяг в соединении, мм;

d — номинальный диаметр посадки, мм ;

α_1 — температурный коэффициент линейного расширения материала охватывающей детали (для стали и чугуна $\alpha_1 \approx 10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$);

t^0 — температура помещения, $^\circ\text{C}$.

Для случая охлаждения охватываемой детали, температура охлаждения детали :

$$t = - [(\Delta + h) / d \alpha_2 + t^0] ,$$

где : α_2 — температурный коэффициент линейного расширения материала охватываемой детали при отрицательных температурах [3].

Температура нагрева охватывающей детали не должна превышать 400°C во избежание изменения структуры металла, появления окалины, из-за которой сопряжение станет трудно разъемным, а также короблений. При охлаждении охватываемой детали эти явления не наблюдаются. Однако способ охлаждения более трудоемкий и при его использовании возможны соединения с относительно меньшими натягами. Охватываемая деталь может охлаждаться сухим льдом (твердый двуоксид углерода, имеющий

температуру испарения: -79°C), твердым двуоксидом углерода и спиртом (температура испарения около -100°C), жидким кислородом (температура испарения : -183°C), жидким азотом (температура испарения: -196°C), при этом разность температур охватываемой и охватывающей деталей меньше, чем при нагреве. Кроме того, охлаждение детали более сложный процесс, чем ее нагрев.

При стремлении к высокой усталостной прочности деталей машин, в случае прессовой посадки существенно помогает закалка посадочных поверхностей вала и ступицы, так как она резко повышает их выносливость и износостойкость.

Переменное напряжение в конструктивных элементах горячей прессовой посадки, как и в случае расчета на усталостную прочность деталей, следует принимать достаточно низким. Низкие напряжения сообщают элементу машины настолько высокие сроки службы, что эта слабость в пределах всего срока службы детали имеет второстепенное значение.

В зависимости от вида производства, детали нагревают в масляных ваннах, электропечах, индукционных установках. Менее эффективным способом является нагрев пламенем, а более эффективным — индукционный нагрев токами высокой частоты. При индукционном нагреве деталь прогревается вся, что позволяет нагревать изделие с высокой скоростью и исключает появление на посадочной поверхности окалины.

Разборка соединений с натягом может осуществляться распрессовкой на прессах, специальными съемниками и нагревом охватывающей детали. При распрессовке на прессах и стягивании съемниками сопрягаемые поверхности могут деформироваться; на них появляются задиры, приводящие к повреждению детали, при этом ослабляется натяг при последующих запрессовках. Иногда для уменьшения усилия распрессовки охватывающую деталь нагревают.

При разборке нагревом охватывающую деталь интенсивно нагревают и принимают меры, чтобы охватываемая деталь меньше нагревалась. Разность температур охватывающей и охватываемой деталей приводит к образованию зазора в сопряжении, в результате чего детали свободно без усилий разделяют.

Заключение:

Машинный элемент «прессовая посадка», образованный деталями простой формы, при более подробном рассмотрении не выглядит таким простым, каким его представляют приведенные в основной литературе формулы. Специфические недостатки проявляются при динамическом нагружении прессовой посадки, а именно, особенно из-за ущерба,

наносимого усталостной прочности вследствие относительного движения элементов прессовой посадки. Однако, при правильном способе анализа взаимосвязей удастся найти удовлетворительные решения, что многократно подтвердила практика.

Литература:

1. Якушев А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. М.: Высшая школа., 1994.
2. Биргер И. А. Шорр Б. Ф., Иосилевич Г.Б. Расчет на прочность деталей машин. М.: Высшая школа., 1999.
3. Иванов М.Н. Детали машин. – М.: Высшая школа., 2000.