

МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ ОПЕРАЦИЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СБОРКИ РЕЗЬБЫ НА РОТОРНЫХ АВТОМАТАХ

TECHNIQUE OF PREPARATION OF AUTOMATED ASSEMBLY OPERATIONS FOR THREADED JOINTS ON ROTARY MACHINES

Lector Dr.Sc.ing. Mozga N., As. Prof. Dr.Sc.ing. Sudnieks F.
Mechanical Engineering Institute - Riga Technical University, Latvia

Abstract: In this article is shown, that is necessary to search for other ways of improvement of accomplishment quality of the threaded joints' automated assembly, because prevention of unscrewing of a threaded joint requires higher material inputs. In given article are examine the factors influencing on deterioration of properties of threaded joint, on the quality of its control and also is specified the technique of preparation of automated assembly operations for threaded joints.

KEYWORDS: AUTOMATED ASSEMBLY, THREADED JOINT, TECHNIQUE, RELIABILITY

1. Введение

Резьбовые соединения используются практически повсеместно: в конструкциях машин и изделий они составляют 15...20% от других соединений, а трудоемкость их сборки составляет 25...35% от общей трудоемкости сборочных работ. Во многих случаях резьбовые соединения являются ответственными элементами, прочность и долговечность которых во многом определяют надежность работы конструкции.

При недостаточной затяжке резьбовых соединений невозможно получить необходимую жесткость или герметичность узла. При перетяжке произойдет разрушение резьбового соединения. В любом случае при работе такого соединения в условиях постоянной вибрации и ударов произойдет разгерметизация, потеря жесткости, возникновение люфта, смещение элементов и, в конце концов, авария.

Необходимо отметить, что автоматизация технологических процессов играет главную роль в определении качества, эксплуатационных характеристик и срока службы изделий. При комплексной автоматизации производства наибольший технико-экономический эффект происходит при сборке на роторных или роторных линиях, когда обеспечивается совместное перемещение инструментов и предметов обработки [1].

Надежность резьбовых соединений, характеризуется конструкцией соединений; правильностью расчетов усилий и моментов затяжки; точностью осуществления расчетной затяжки в процессе сборки и достигается контролем затяжения, а также совершенствованием технологии процесса сборки.

В данной статье предлагается уточнить методику подготовки операций автоматизированной сборки резьбы, что позволит повысить качество и надежность различных резьбовых узлов.

2. Предпосылки совершенствования технологии автоматизированной сборки резьбовых соединений

2.1. Виды резьбовых соединений

В промышленности используется большое число различных резьбовых соединений. Если болт поставлен с зазором, тогда он воспринимает нагрузку, перпендикулярную к оси (Рис. 1).

Силу затяжки болта определяют из условия, чтобы не было сдвига деталей (Рис. 1 а), т.е. чтобы силы трения на их стыках были не меньше сдвигающей силы.

Но, использование формул, по которым проводят расчеты при проектировании резьбы [2], при сборке дает большие погрешности. Поэтому для получения требуемого качества резьбы необходимо проводить различные мероприятия, чтобы

обеспечивать достоверность расчетов выполняемых при проектировании.

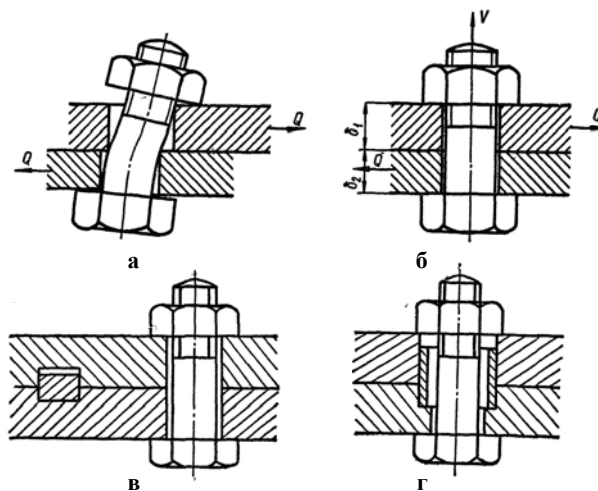


Рис. 1.1. Схемы резьбовых соединений установленных с гарантированным зазором, где а,б – болт -гайка; в – болт -гайка со шпонкой; г- болт -гайка с втулкой

2.2. Факторы, влияющие на ослабление резьбовых соединений

Основным показателем надежности резьбовых соединений считают их способность выдерживать наибольшие внешние нагрузки, сохраняя при этом, плотность (или герметичность) стыков.

Известно, что при любых условиях эксплуатации резьбовые соединения с течением определенного промежутка времени теряют свои первоначальные свойства, наблюдается ослабление резьбовых стыков. Среди причин можно отметить изгибы узла, внутренние деформации, а также влияние температуры, при которой работает соединение (Рис. 2).

В качестве основных мер предотвращения разгрузки соединения указывают:

- повышение усилия и уменьшения разброса затяжки резьбового соединения, на сколько это возможно;
- применение различных стопорящих устройств и элементов;
- уменьшение шероховатости поверхности резьбы и сопрягаемых деталей;
- уменьшение диаметра отверстия под болт.

Итак можно сделать вывод, что обеспечение качества затяжки резьбового соединения (в том числе и уменьшение разброса силы затяжки) играет первостепенную роль в борьбе с ослаблением резьбовых соединений.

Для снижения ослабления резьб и повышения, таким образом, их эффективности используют различные способы стопорения, эффективность использования которых можно проследить по данным фирмы "FHS" (Германия) на примере резьбы M10 (рис.3).

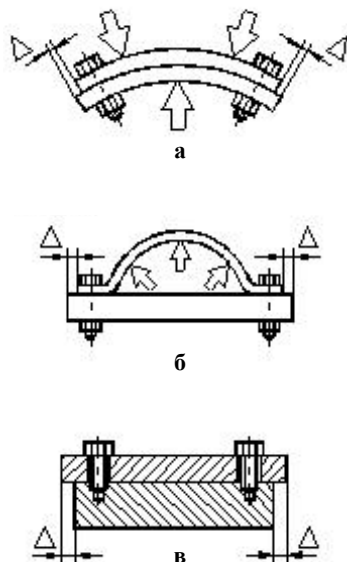


Рис. 2. Факторы, вызывающие ослабление резьбы

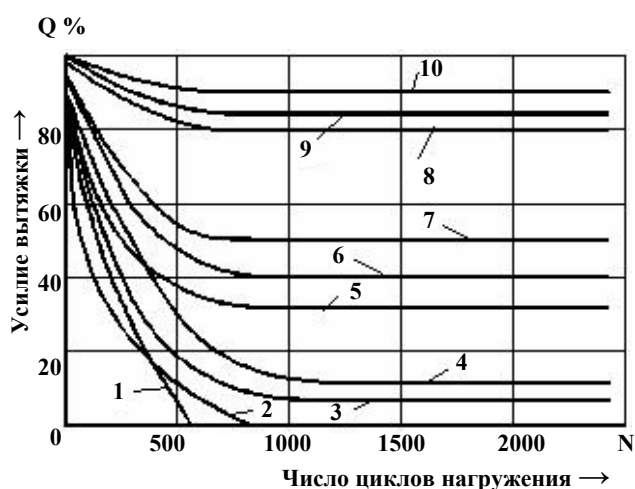


Рис. 3. Диаграммы ослабления резьб при различных способах стопорения

Кривые 1 и 2 (Рис.3), соответственно, характеризуют гайку без средств стопорения и гайку с пружинной шайбой (гравера), 3 - гайка с пластмассовой вставкой на торце, 4 - гайка с отгибной шайбой, 5 - корончатая гайка со шплинтом, 6 - гайка с контргайкой, 7 - винт с продольными пластмассовыми вставками, 8 - винт со стопорными зубьями, 9 - гайка с покрытием на основе синтетического клея, 10 - гайка и болт с синтетическим клеевым покрытием.

Из приведенных на рисунке 3 диаграмм следует, что более эффективные средства предотвращения ослабления резьб требуют больших материальных затрат, что не всегда экономично.

Поэтому при подготовке операций сборки резьбовых соединений необходимо учитывать точность изготовления крепежа, наличие смазки или покрытия и т.д., использовать

средства контроля, а также совершенствовать технологию сборки резьбовых соединений. И одним из вариантов совершенствования технологии является разработка методики подготовки операций автоматизированной сборки резьбовых соединений, которая в итоге позволит повысить качество и надежность собираемых резьбовых узлов.

3. Методика подготовки операций автоматизированной сборки резьбовых соединений

В соответствии с основными положениями, изложенными в работах [3-7], была уточнена последовательность действий для обеспечения качества операций автоматизированной сборки резьбовых соединений, которая включает следующие этапы:

1 этап. Предварительно должен быть проведен анализ и уточнение исходных данных: номинального диаметра, материала, вида покрытия, классов точности и прочности.

2 этап. Производится входной контроль крепежа по проверке диаметральных размеров, шага и угла профиля резьбы, а также отклонений от перпендикулярности торца к оси болта.

3 этап. Выбор метода и последовательности затяжки резьбового соединения на основе габаритов и конструктивных особенностей резьбового узла.

Метод нагружения резьбового соединения может быть: ударно-импульсный, статический (плавная затяжка), осевой или комбинированный.

Порядок затяжки – исходя из конструктивных особенностей резьбовых стыков: «крест-накрест от середины», поэтапный многообходной режим и т.д.

4 этап. Назначение нормируемых показателей качества и границ их разброса.

Обосновывается и выбирается напряжение затяжки резьбового соединения в пересчете от точки текучести (задается процент использования точки текучести).

Также находятся взаимосвязи между напряжением затяжки σ_3 и контролируемыми параметрами:

$$\sigma_3 = f(M, \varphi, \Delta l),$$

где M - прикладываемый крутящий момент;

φ - угол поворота головки болта;

Δl - линейное удлинение стержня болта.

5 этап. Выбор типа гайковерта и уточнение его технических характеристик, таких как $M_{кр}$, W . Для этого пригодны контрольно-диагностические устройства.

6 этап. Выбор способа контроля затяжки и средств его реализации.

При автоматизированном выполнении резьбосборочных операций необходимо контролировать величину усилия затяжки, поскольку, как чрезмерная, так и недостаточно сильная затяжка не приемлемы и могут привести к снижению эксплуатационных характеристик.

В настоящее время при выполнении операций сборки применяют следующие способы контроля:

- контроль по моменту затяжки;
- контроль по углу поворота головки болта;
- контроль удлинения стержня болта;
- комбинированный контроль (сочетание вышеприведенных способов).

В основе метода контроля по моменту затяжки M_3 лежит соотношение, выражающее зависимость момента затяжки от

осевого усилия и геометрических размеров крепежного элемента (1).

При нагружении резьбового соединения приложенный момент M_3 разделяется на две составляющие: момент под головкой болта (на торце) M_T и момент в резьбовой части M_P (Рис.4):

$$M_3 = M_T + M_P .$$

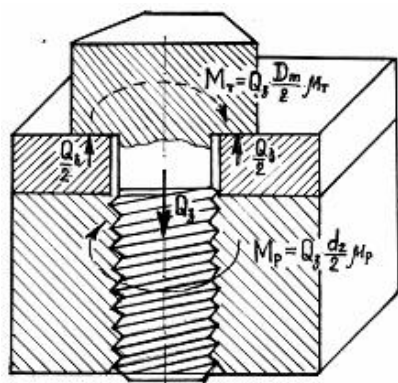


Рис. 4. Схемы моментов, действующих при сборке на затягиваемое резьбовое соединение

Так как

$$M_T = Q_3 \frac{D_T}{2} \mu_T \quad M_P = Q_3 \frac{d_2}{2} \mu_P ,$$

то можно записать

$$M_3 = Q_3 \frac{D_T}{2} \mu_T + Q_3 \frac{d_2}{2} \mu_P = Q_3 \left((D_T / 2) \mu_T + (d_2 / 2) \mu_P \right) , \quad (1)$$

где Q_3 - усилие затяжки;

d_2 - средний диаметр болта (винта, шпильки);

D_T - приведенный средний диаметр крепежного элемента;

μ_P - коэффициент трения в резьбе;

μ_T - коэффициент трения под головкой болта.

При использовании автоматических резьбовозавертывающих машин и установок, затяжку контролируют с помощью встроенных предельных устройств, например, гайковертов, которые выключают гаечные головки после достижения заданной величины крутящего момента затяжки.

В общем случае, при включении привода на шпинделе гайковерта формируется некоторый момент M_T , который принято считать равным моменту затяжки резьбового соединения M_3 , то есть

$$M_T = M_3 .$$

К сожалению точность оценки силы затяжки не превышает 25%. Так же существенным недостатком данного способа контроля является то, что величина осевого усилия находится в зависимости от коэффициента трения.

Для регистрации параметров используют специальные устройства с индикаторами или пневматический метод измерений с силфонами.

Пневматический метод менее трудоемкий и заключается в том, что после определения фактических коэффициентов трения для выбора необходимого крутящего момента используют

специальные диаграммы (Рис.5). Моменты на торце M_T и в резьбе M_P оценивают одновременно по изгибу упругих пластин.

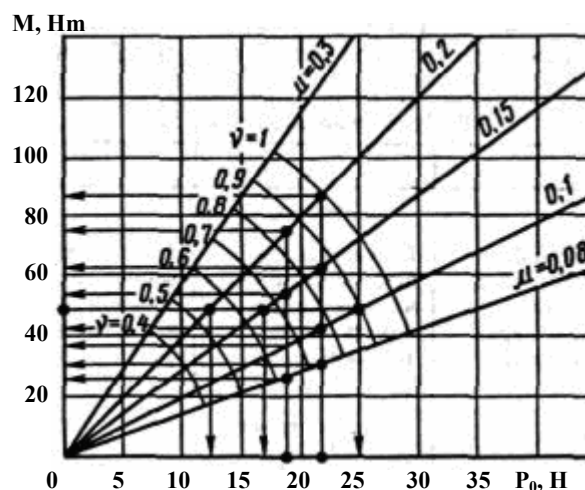


Рис. 5. Диаграмма момента затяжки для винтов с резьбой М12х1,25

Метод контроля по удлинению стержня Δl обеспечивает наибольшую точность измерения усилия. Его широко применяют при контроле усилия затяжки особо ответственных резьбовых соединений. Для прямого измерения удлинения стержня необходимо иметь доступ к болту с двух сторон. При одностороннем доступе к болту или при большой длине болта для контроля его удлинения используют встроенный в тело болта индикатор (Рис.6).

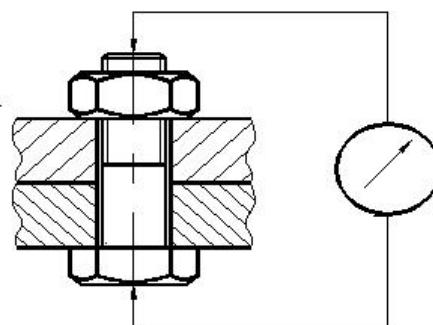


Рис. 6. Схема измерения силы затяжки болтового соединения по удлинению Δl болта

7 этап. Измерение основных силовых характеристик затягиваемого резьбового соединения (M_T , M_P , φ , Δl), для получения необходимых настроечных параметров гайковерта. Для измерения момента затяжки M_3 , φ , Δl изготавливают имитаторы резьбового соединения, которые устанавливают в блок разделения моментов. Конструктивно имитаторы представляют собой сменные втулки из одного материала; одновременно с ними вручную свинчиваются испытываемые болт и гайка. Производится пробная затяжка - динамометрическим ключом или гайковертом - прикладывается требуемый крутящий момент и измеряются силовые характеристики.

Моменты на торце M_T и в резьбе M_P оценивают одновременно по изгибу упругих пластин с помощью пневматической схемы измерений.

Линейное удлинение Δl болта контролируется также по изгибу упругой пластины через щуп, контактирующий с торцом затягиваемого болта.

Угол поворота головки болта φ измеряется с помощью стрелки-указателя, закрепляемого на накидном ключе относительно шкалы-диска установленного на корончатой втулке.

4. Заключение

Технический уровень и качество крепёжных деталей и соединений имеют важное значение для обеспечения высоких потребительских характеристик машин, механизмов, строительных конструкций, бытовой техники, другой продукции. Известно, что большинство отказов так или иначе связано с крепёжными деталями, ослаблением соединений и т.д.

Надёжность соединений узлов зависит от технического уровня конструкции в целом, качества крепёжных деталей и качества сборки. Использование формул, которые применяют при проектировании резьбы, при сборке дают большие погрешности. Поэтому необходимо совершенствовать технологический процесс автоматизированной сборки резьбовых соединений, чтобы обеспечить достоверность расчетов, выполняемых при проектировании.

В данной статье рассматриваются факторы влияющие на ослабление резьбового соединения, методы контроля, а так же уточняется методика подготовки операций автоматизированной сборки резьбы, которую можно применять при сборке на роторах.

Литература

1. Мозга Н. Оптимизация технологического процесса сборки на роторных автоматах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н.: Рига, Латвия, 2004.
2. Оберталина М.В. Подготовка операций сборки резьбы. Сборник научных статей. – Пенза.: ПГУ, 2005 – 14 с.
3. Гельфанд М.Л., Ципенюк Я.И., Кузнецов О.К. Сборка резьбовых соединений. - М.: Машиностроение, 1978. - 105 с.
4. Затыжка и стопорение резьбовых соединений: Справочник / Г.Б. Иосилевич, Г.Б. Строганов, Ю.В. Шарловский. – М.: Машиностроение, 1985. - 224 с.
5. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. - 656с., 496 с.
6. Режимы резания металлов. Справочник. / Под редакцией Ю.В. Барановского. Изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: «Машиностроение», 1972. – 408 с.
7. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х томах, - М.: Машиностроение, 1980.