

УДК 621.883

СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ОСТАТОЧНОГО МОМЕНТА НА СТОПОРЯЩИЕ СВОЙСТВА КРЕПЕЖНО- РЕЗЬБООБРАЗУЮЩИХ ДЕТАЛЕЙ

© 2011 С.Я. Березин, Е.В. Щербаков

Читинский государственный университет

Поступила в редакцию 09.03.2011

В статье рассмотрены причины возникновения остаточного крутящего момента в затянутых резьбовых соединениях и основные проблемы, связанные с негативным влиянием остаточного момента на стабильность затяжки резьбового соединения. Предложены методы и средства устранения устойчивости соединений к отвинчиванию.

Ключевые слова: *затяжка, резьба, остаточный момент, вибрации, крепежно-резьбобразующие детали*

При затяжке резьбового соединения происходит скручивание резьбового стержня, что приводит к искажению профиля резьбы, укорачиванию и утолщению стержня, и, соответственно, к аккумуляции энергии, т.е. к фиксации в соединении упругодеформированного резьбового стержня. Стержень как взведенная пружина остается в соединении скрученным остаточным торсионным моментом, который удерживается силами трения в резьбе посадочного конца. По данным профессора Е.Н.Петрова углы скручивания в соединениях М10-6g/6H могут достигать 5-8° [1]. Остаточный момент может со временем релаксироваться. Его можно снижать повторными затяжками или подтяжкой соединений, ударной или вибрационной затяжкой, затяжкой специальными ключами за хвост и за головку винтов и шпилек. Последний прием невозможен при посадке крепежа в глухие отверстия. Остаточный момент наиболее интенсивен в шпильчных соединениях, в которых момент от затяжки посадочного конца дополняется моментом от затяжки гайки.

В соединениях, работающих в условиях вибраций, остаточный момент может исчезать за счет снижения коэффициентов трения в резьбе и по торцам головок. Это приводит к снижению усилий затяжки и отвинчиванию крепежных деталей, поэтому контроль за состоянием резьбовых соединений должен предусматривать меры учета влияния торсионного момента. Фиксация остаточного момента в

соединении происходит в момент окончания затяжки, когда коэффициент трения скольжения в резьбе замещается коэффициентом трения покоя, который значительно выше. Этим может объясняться малая эффективность способа стопорения шпилек по сбегу резьбы, в котором остаточный момент, накопленный в посадочном участке, начинает действовать против момента стопорения по участку сбega. Кроме того, от действия усилия затяжки гайки коэффициент стопорения также снижается [2].

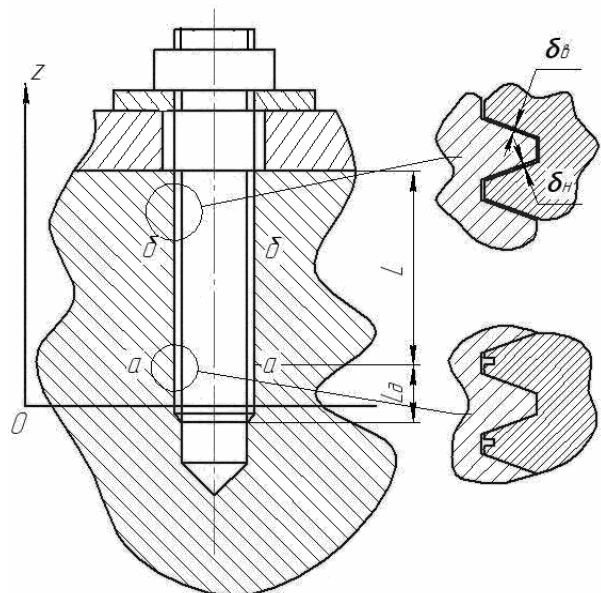


Рис. 1. Резьбовыдавливающая шпилька с двумя участками посадочной части

В лучших условиях находятся способы сборки резьбовых соединений с тугими посадками и герметиками. В них влияние остаточного

Березин Сергей Яковлевич, доктор технических наук, профессор. E-mail: Berlog-berezin2011@mail.ru
Щербаков Евгений Валерьевич, аспирант. E-mail: zhenia5@rambler.ru

момента незначительно в силу высоких удерживающих моментов в соединении. Однако существует особый класс крепежно-резьбообразующих деталей, монтаж которых сопровождается малыми значениями крутящих моментов сборки. Это детали с нерегулярной геометрией резьбы посадочных концов [3]. Они имеют несколько участков. Например, резьбовыдавливающая шпилька, изображенная на рис. 1, имеет два участка: деформирующий – в сечении а-а и направляющий, в сечении б-б. Деформирующий участок имеет длину L_d , а направляющий – L . Первый производит работу формообразования резьбы. Второй производит передачу крутящего момента и решает некоторые другие задачи: затяжки и стопорения, компенсацию остаточного момента и т.д.

Витки деформирующего участка имеют плотный контакт с профилем корпуса, а витки направляющей части могут быть сформированы по разному [3]. Например, по наружному можно организовать зазор, натяг или переходную посадку. По среднему диаметру для снижения сил трения можно обеспечить зазор. Для решения определенных задач верхний зазор δ_B и нижний δ_H могут быть сформированы определенным образом. Необходимо учитывать, что данные зазоры могут меняться на этапах завинчивания посадочной части и на этапе затяжки гайки. Оба зазора не вызовут остаточного момента, однако их статистические размеры должны быть четко определены. Нижний боковой зазор должен устанавливаться на основании размерной цепи, представленной на рис. 2, с учетом следующей величины

$$\frac{d_{2H}}{2} = \frac{d_{2A}}{2} - \Delta - \Delta P_M \cos \frac{\alpha}{2} - R_Z K_C,$$

где d_{2H} , d_{2A} – средние диаметры направляющей и деформирующей части соответственно; Δ – величина последеформационной усадки отверстия; ΔP_M – упругое смещение шага резьбы под действием момента завинчивания; α – угол профиля резьбы; R_Z – высота микронеровностей; K_C – коэффициент, учитывающий смятие микронеровностей в контакте.

Величину упругой усадки отверстия можно определить по данным работы [4]

$$\Delta = K_M + (P - 0,5)K_P,$$

где P – шаг резьбы; K_M , K_P – табличные коэффициенты.

Величина нижнего бокового зазора будет составлять всю вычитаемую правую часть формулы (1)

$$\delta_H = \Delta + \Delta P_M \cos \frac{\alpha}{2} + R_Z K_C.$$

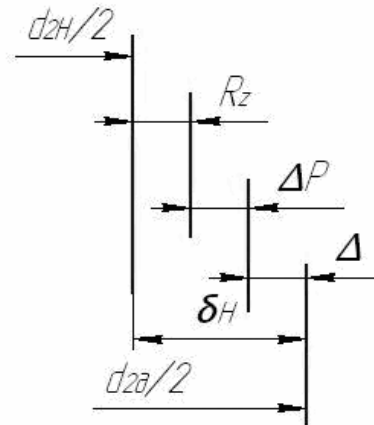


Рис. 2. Размерная цепь установление нижнего бокового зазора

Если нижний зазор формируется под действием момента завинчивания посадочной части шпильки, то верхний зазор δ_A должен учитывать усилие и момент затяжки гайки, а также то, что при этом, в соединении может зафиксироваться остаточный момент. Формула (1) для верхнего зазора будет иметь следующий вид

$$\frac{d_{2H}}{2} = \frac{d_{2A}}{2} - \delta_B = \frac{d_{2A}}{2} - \delta - \Delta - R_Z K_C,$$

где δ – величина зазора, учитывающая особенности затяжки гайки;

$$\delta \leq (\Delta P_{MP} + \Delta P_Q - \Delta P_M - \Delta P_K) \cos \frac{\alpha}{2},$$

где ΔP_{MP} – смещение шага под действием момента трения в резьбе гайки.

$$\Delta P_{MP} = \frac{M_P z P}{2\pi G J_P},$$

момент равен [2]

$$M_P = Q \frac{d_2}{2} \left(\frac{P}{\pi d_2} + f \right),$$

где Q – усилие затяжки гайки; f – коэффициент трения в резьбе гайки; G – модуль сдвига; J_P – полярный момент сопротивления сечения стержня шпильки; z – координат расположения соответствующего витка. Смещение шага от усилия затяжки равно

$$\Delta P_Q = \frac{Qz}{EF_C},$$

где E – модуль упругости материала стержня; F_C – площадь поперечного сечения стержня. Величина ΔP_M , входящая также и в формулу (1), есть остаточная деформация стержня после снятия крутящего момента завинчивания шпильки. Она определяется аналогично ΔP_{MP} , если вместо момента трения M_P подставить конечное значение момента завинчивания шпильки.

Деформация ΔP_K возникает от сжатия витков резьбы корпуса под действием усилия затяжки гайки на участке от деформирующего участка (сечение а-а) до привалочной поверхности. Задачи выполнения условия (4) состоит в том, чтобы зазор в верхней части соединения при затяжке гайки перекрывался при наименьшем значении остаточного момента в посадочной части.

Крепежно-резьбообразующие детали могут иметь отдельный участок стопорения на направляющей части, однако при этом усложняется задача нейтрализации остаточного момента в посадочной части, которая может решаться путем использования вибрационных методов завинчивания, ультразвуковой

разгрузки и других. Крепежно-резьбообразующие детали относятся к крепежным элементам прогрессивных конструкций, внедрение которых в промышленность идет крайне медленно [5]. Обладая высокими функциональными возможностями, они способны компенсировать различные негативные эффекты, включая остаточные моменты, и обеспечивать высокие эксплуатационные характеристики резьбовых соединений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Петров, Е.Н. Стопорение резьбовых соединений / Е.Н. Петров. – Снежинск: изд. РФЯЦ – ВНИИТФ, 1998. 248 с.
2. Якушев, А.И. Повышение прочности и надежности резьбовых соединений / А.И. Якушев, Р.Х. Мустаев, Р.Р. Мавлютов – М.: Машиностроение. 1979. 215 с.
3. Березин, С.Я. Моделирующие системы в среде технологического обеспечения сборочно-резьбообразующих операций / С.Я. Березин, Р.Е. Чумаков – Чита: Поиск, 2004. 202 с.
4. Рыжов, Э.В. Раскатывание резьб / Э.В. Рыжов, О.С. Андрейчиков, А.Е. Стешков. – М.: Машиностроение, 1974. 122 с.
5. Лавриненко, Ю.А. О применении деталей прогрессивных конструкций в автомобилях / Ю.А. Лавриненко, Г.В. Бунатян // Метизы. 2003. №2. С. 63-73.

WAYS OF INFLUENCE ELIMINATION THE RESIDUAL MOMENT ON STOPPING PROPERTIES OF FIXTURE AND THREAD-FORMING DETAILS

© 2011 S.Ya. Berezin, E.V. Scherbakov

Chita State University

In article the reasons of occurrence the residual twisting moment in the tightened thread connections and the basic problems connected with negative influence of the residual moment on stability of inhaling the thread connection are considered. Methods and means of elimination the stability of connections to unscrewing are offered.

Key words: *inhaling, threading, residual moment, vibrations, fixture and thread-forming details*

Sergey Berezin, Doctor of Technical Sciences, Professor.

E-mail: Berlog-berezin2011@mail.ru

Evgeniy Scherbakov, Post-graduate Student. E-mail:

zhenia5@rambler.ru