

УДК 621.883

АНАЛИЗ МЕТОДОВ МЕХАНИЗАЦИИ СБОРКИ КРУПНЫХ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

С.С. Красовский

Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой*

Контактный тел.: 050-973-88-12

E-mail: graf@dn.ua

В.В. Хоршайло

Ассистент*

Контактный тел.: 050-326-07-18

E-mail: ranger333@nextmail.ru

С.А. Бабенко

Кандидат химических наук, доцент*

*Кафедра инженерной графики

Контактный тел.: 095-645-81-57

E-mail: babenko1sa@nextmail.ru

Донбасская государственная машиностроительная академия
ул. Шкадинова, 72, г. Краматорск, Донецкая обл., 84313

В статті аналізується ефективність механізації і автоматизації зборки різьбових з'єднань металургійного устаткування на основі експериментальних досліджень напруги кріпильних виробів

Ключові слова: різьбові з'єднання, зусилля затягування, ударний імпульс

В статье анализируется эффективность механизации и автоматизации сборки резьбовых соединений металлургического оборудования на основе экспериментальных исследований напряжений крепежных изделий

Ключевые слова: резьбовые соединения, усилие затяжки, ударный импульс

In the article the efficiency of mechanization and automation of assembling of large threaded connections of metallurgical equipment based on experimental researches the stress of fastening devices is analyzed

Keywords: threaded connections, tightening force, shock pulse

Для затяжки крупных резьбовых соединений металлургического оборудования применяются различные механизированные инструменты: гайковерты с ударно-вращательного действия [1], гайковерты с ударным приводом поступательного действия [2], гидравлические рычажные гайковерты статического действия [3], устройства для растяжения крепежных деталей [4] и др.

Выбор устройств механизированной затяжки должен решаться в зависимости от целого ряда факторов (конструкции резьбового соединения, требований к производительности труда, условий эксплуатации указанных средств и др.).

Цель работы – анализ выбора рациональных методов и средств механизации для затяжки крупных резьбовых соединений металлургического оборудования.

Метод сборки резьбовых соединений приложением ударно-вращательных импульсов (ударная затяжка) начали применять сравнительно недавно. Истоки метода можно, очевидно, отнести к тем случаям, еще и сейчас встречающимся, когда рабочему для достижения больших моментов приходилось наносить молотом удары по рукоятке ключа. Этот принцип впоследствии был использован в ударных механизмах, встраиваемых в ручные гайковерты [1]. Основными деталями ударного механизма (рис. 1) являются боек 1 и наковальня 2, которые образуют единую систему с затягиваемым соединением. Такая система, состоящая из упругих элементов резьбовой пары и деталей

ударного механизма, при взаимодействии бойка 1 и наковальни 2 передает на гайку 5 через шпindel 3 и торцевую головку (ключ) 4 вращательные импульсы, которые создают в резьбовом соединении необходимое усилие затяжки.

Практическое отсутствие реактивного момента при работе ударными гайковертами позволяет применять их для сборки соединений больших размеров. Ударные гайковерты имеют высокую производительность, которая практически удовлетворяет всем видам производства [5].

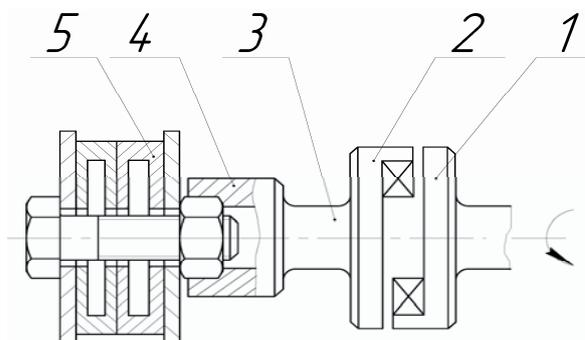


Рис. 1. Принципиальная схема гайковерта ударного действия

Эффективность гайковерта можно охарактеризовать количеством ударов, необходимых для достижения заданного усилия затяжки.

Установим связь между усилием в болте и количеством ударов гайковерта, при этом будем исходить из уравнения энергетического баланса системы «гайковерт – резьбовое соединение»:

$$A_1 = \frac{k_0^2 d_0^2 Q_i^2}{2K_1} + \frac{k_0(Q_i^2 - Q_{i-1}^2)}{\gamma C_0 \text{tg}\beta}, \quad (1)$$

где A_1 – работа единичного удара гайковерта;
 Q_i и Q_{i-1} – усилие затяжки после i -го и $i+1$ удара соответственно;

d_0 – наружный диаметр резьбы;

k_0 – приведенный коэффициент трения в резьбовом соединении;

K_1 – жесткость на кручение шпинделя гайковерта;

β – угол подъема винтовой линии резьбы;

C_0 – коэффициент жесткости болта;

γ – относительная податливость болта, изменяющаяся в пределах от 0 до 1,

$$\gamma = \frac{\lambda_0}{\lambda_0 + \lambda_1} = \frac{\delta_0}{\delta_0 + \delta_1},$$

здесь λ_0 и λ_1 – коэффициенты податливости болта и промежуточных деталей соответственно;

δ_0 и δ_1 – деформации болта и промежуточных деталей соответственно.

Используя выражение (1), можно получить следующие выражения для усилия затяжки Q_i после i -го удара и количества ударов n , необходимого для достижения заданного усилия Q в болте:

$$Q_i = \sqrt{\frac{2A_1 K_1}{k_0^2 d_0^2} \left[1 - \left(\frac{2K_1}{2K_1 + k_0 d_0^2 \gamma C_0 \text{tg}\beta} \right)^i \right]}; \quad (2)$$

$$n = \frac{\ell_n \left(1 - \frac{Q^2 k_0^2 d_0^2}{2A_1 K_1} \right)}{\ell_n \left(\frac{2K_1}{2K_1 + k_0 d_0^2 \gamma C_0 \text{tg}\beta} \right)}. \quad (3)$$

Как видно из выражений (2) и (3), на зависимость между усилием затяжки и количеством ударов оказывает влияние относительная податливость крепежной детали: с ее увеличением (при уменьшении коэффициента податливости промежуточных деталей) увеличивается усилие затяжки при постоянном числе ударов. Предельное значение усилия затяжки (при $i \rightarrow \infty$) не зависит от податливости резьбового соединения.

Выражения (2) и (3) получены в предположении, что зависимость между напряжением затяжки и деформаций элементов резьбового соединения является линейной.

При этом относительная податливость болта в процессе затяжки остается неизменной.

На рис. 2 приведена экспериментальная зависимость податливости фланцевого соединения от напряжения в болтах. Эта зависимость получена при сжатии прокладки на гидравлическом прессе. Поскольку полученная зависимость имеет явно выраженный нелинейный характер, относительная

податливость болта в процессе затяжки все время изменяется.

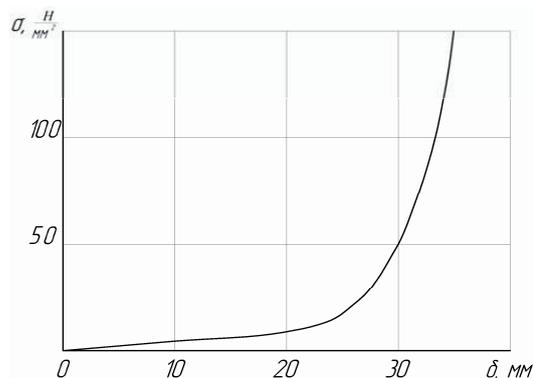


Рис. 2. Экспериментальная зависимость податливости фланцевого соединения газового затвора доменной печи от напряжения в болтах

Как указывалось выше, зависимости (2) и (3) справедливы в случае постоянной относительной податливости. Однако эти зависимости могут быть использованы и в случае перемещений относительной податливости (например, для болтов газового затвора доменной печи), если применить их для отдельных материалов изменения усилия, в пределах которых относительную податливость можно считать приближенно постоянной. При этом усилие Q_{ji} в крепежной затяжки на j -том участке после i -го удара определяется следующим образом:

$$Q_{ji} = \sqrt{\frac{2A_1 K_1}{k_0^2 d_0^2} \left[1 - \left(\frac{Q_{j-1} k_0^2 d_0^2}{2A_1 K_1} \right) \left(\frac{2K_1}{2K_1 + k_0 d_0^2 \gamma_j C_0 \text{tg}\beta} \right)^i \right]}; \quad (4)$$

где Q_{j-1} – усилие в крепежной детали в конце j -го интервала;

γ_j – относительная податливость крепежной детали на j -том участке интервала.

Количество ударов n_j , необходимое для изменения усилия в крепежной детали от Q_{j-1} до Q_j ,

$$n_j = \frac{\ell_n \left(\frac{2A_1 K_1 - Q_j^2 k_0^2 d_0^2}{2A_1 K_1 - Q_{j-1}^2 k_0^2 d_0^2} \right)}{\ell_n \left(\frac{2K_1}{2K_1 + k_0 d_0^2 \gamma_j C_0 \text{tg}\beta} \right)}. \quad (5)$$

Общее количество ударов, необходимое для затяжки крепежных деталей с переменной относительной податливостью, определяется путем суммирования количества ударов во всех интервалах.

Для практических расчетов вместо формул (3) и (5) с достаточной точностью могут быть применены упрощенные формулы, полученные с учетом только первого члена разложения в ряд логарифмических функций:

$$n = \frac{k_0 Q^2}{A_1 \gamma C_0 \text{tg}\beta}; \quad (6)$$

$$n_j = \frac{k_0(Q_j^2 - Q_{j-1}^2)}{A_1 \gamma_j C_0 \text{tg}\beta}. \quad (7)$$

Отличие результатов расчета по упрощенным формулам (6) и (7) от результатов по формулам (3) и (5) не превышает 4%.

На рис. 3 представлены графические зависимости напряжения затяжки в крепежных деталях от количества ударов гайковерта. Кривые 1...4 построены для шпилек М 52 × 3, имеющих относительную податливость, равную, соответственно, 1; 0,5; 0,25; 0,125. Последние три значения относительной податливости соответствуют крепежным деталям фланцевых соединений технологического оборудования. Первая кривая построена для сравнения.

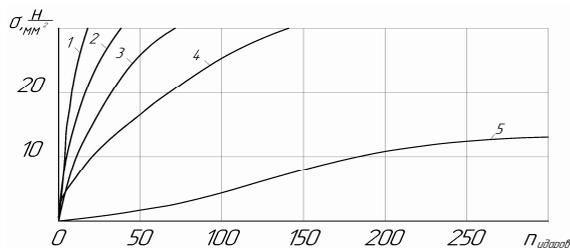


Рис. 3. Зависимость напряжения затяжки в крепежных деталях от количества ударов гайковерта.

Кривая 5 характеризует затяжку болта М 48 × 5.

В соответствии с имеющимися в литературе рекомендациями работа единичного удара принималась для шпилек М 52 × 3 и болтов М 48 × 5 равной, соответственно, 100 Н·м и 63 Н·м. Приведенный коэффициент трения в резьбовом соединении принят равным 0,17.

Выводы

Полученные результаты показывают, что эффективность ударной затяжки существенно снижается с уменьшением относительной податливости крепежной детали. Этим и объясняется упомянутый выше случай, когда применение гайковертов ударного действия для затяжки болтов газового затвора доменной печи оказалось неэффективным. В этом случае при затяжке более эффективным оказывается применение гайковертов статического действия.

Литература

1. Иосилевич Г. Б. Затяжка и стопорение резьбовых соединений / Иосилевич Г. Б., Строганов Г. Б., Шарловский Ю. Б. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 224 с.
2. А. с. 729041 (СССР). Рычажный гайковерт / Сибогатов В. М., Бузунов В. Н., Красовский С. С., Славутский Г. Д. – Опубл. в Б.И. – 1980. – № 15.
3. А. с. 1618615 (СССР). Рычажный гайковерт для затяжки резьбовых соединений / Бузунов В. Н., Красовский С. С., Славутский Г. Д. – Опубл. в Б.И. – 1991. – № 1.
4. А. с. 1715572 (СССР). Устройство для затяжки крупных резьбовых соединений/ Красовский С. С. – Опубл. в Б.И. – 1992. – № 8.
5. А. с. 1710327 (СССР). Гайковерт для сборки крупных резьбовых соединений/ Красовский С. С. – Опубл. в Б.И. – 1992. – № 5.

Розглядається питання застосування пластичного деформування при відновленні деталей з метою підвищення післяремонтного ресурсу
Ключові слова: післяремонтний ресурс, пластичне деформування, надійність, технологія

Рассматривается вопрос использования пластического деформирования при восстановлении деталей с целью повышения послеремонтного ресурса
Ключевые слова: пластическое деформирование, восстановление, послеремонтный ресурс

The problem of using plastic deformation at details restoration with the purpose of increasing the post-repair life is considered
Keywords: plastic deformation, reconditioning, post-repair life

УДК 621.9.048

ВПЛИВ ЗМІЦНЮЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ РЕСУРС ДЕТАЛЕЙ ТРАКТОРІВ

О. В. Іванкова
 Кандидат технічних наук, доцент
 Полтавська державна аграрна академія
 вул. Сквороди, 1/3, м. Полтава, 36003
 Контактний тел.: (0532) 22-29-81

1. Вступ

Всі властивості машини, зокрема показники її надійності, проектується і закладаються в машину при

її конструюванні та виготовленні, проявляються і використовуються в процесі експлуатації. А відновити (частково) ці якості необхідно в процесі виконання ремонту.