

РАСЧЕТ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ
ПРИ НЕКОНТРОЛИРУЕМОЙ ЗАТЯЖКЕ

В.А.ДРЕМУК

Учреждение образования

«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Барановичи, Беларусь

Резьбовые соединения получили широкое распространение в машиностроении. В современных машинах детали, имеющие резьбу, составляют свыше 60 % от общего количества деталей, поэтому усовершенствование методов расчета резьбовых соединений, особенно при неконтролируемой затяжке, позволит сэкономить материал и время расчета.

Различают два способа сборки: применение динамометрического ключа (контролируемая затяжка) и обычного ключа (неконтролируемая затяжка). В первом случае внутренний диаметр резьбы болта определяется по формуле

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4F_{\text{рас}} \cdot 1,3}{\pi [\sigma]_{\text{р}}}}, \quad (1)$$

где $F_{\text{рас}}$ - расчетная осевая сила на болт; 1,3 - коэффициент, учитывающий влияние кручения в результате затяжки; $[\sigma]_{\text{р}} = \frac{\sigma_{\text{T}}}{[S]}$ - допускаемое напряжение на растяжение, определяемое через предел текучести и коэффициент безопасности.

При контролируемой затяжке $[S] = 1,6$ — для болтов из углеродистой стали, $[S] = 2$ — для болтов из легированных сталей.

Во втором случае (неконтролируемая затяжка) расчет производят по следующей формуле

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4F_{\text{рас}} \cdot 1,3}{\pi [\sigma]_{\text{рнек}}}}, \quad (2)$$

где $[\sigma]_{\text{рнек}}$ — допускаемое напряжение для болтов при неконтролируемой затяжке.

В свою очередь

$$[\sigma]_{\text{рнек}} = \frac{\sigma_{\text{T}}}{[S]_{\text{нек}}},$$

где $[S]_{\text{нек}}$ — коэффициент безопасности при неконтролируемой затяжке (табл.).

Табл. Зависимость коэффициента безопасности от диаметра болта

Материал болтов	Значения $[S]$ для соответствующих болтов		
	M6...M16	M16...M30	M30...M60
Углеродистая сталь	5,0...4,0	4,0...2,5	2,5...1,7
Легированная сталь	6,5...4,0	5,0...3,3	3,3...3,0

В связи с этим практическое применение формулы (2) затруднено, поскольку в одном уравнении два неизвестных (допускаемое напряжение зависит от диаметра болта, который является еще искомым). Поэтому сталкиваясь с проблемной ситуацией. В настоящее время эта задача решается методом подбора (последовательных приближений), что увеличивает трудоемкость расчета.

Чтобы выйти из затруднительного положения при решении данной проблемы, для более удобного расчета целесообразно найти унифицированную формулу. Для этого найдем аналитическую зависимость коэффициента безопасности при неконтролируемой затяжке от диаметра болта. Она имеет вид полинома второй степени для углеродистой стали - формула (3), а для легированной стали - формула (4)

$$[S] = 0,0013d_1^2 - 0,1484d_1 + 5,9219 \quad (3)$$

$$[S] = 0,0021d_1^2 - 0,2008d_1 + 7,6136 \quad (4)$$

Подставляя формулы (3) и (4) в формулу (2), находим диаметр болта для углеродистой и легированной сталей:

– для углеродистой стали

$$d_1 \geq \frac{-0,1484 + \sqrt{0,1484^2 + 23,6876 \cdot K}}{2K} \quad (5)$$

где $K = \frac{\sigma_T \cdot \pi}{5,2 \cdot F_{\text{рас}}} - 0,0013$;

– для легированной стали

$$d_1 \geq \frac{-0,2008 + \sqrt{0,2008^2 + 30,4544 \cdot K}}{2K} \quad (6)$$

где $K = \frac{\sigma_T \cdot \pi}{5,2 \cdot F_{\text{рас}}} - 0,0021$.

Применение формул (5) и (6) позволит выбрать необходимый диаметр болта при неконтролируемой затяжке, что позволит сэкономить материал.