

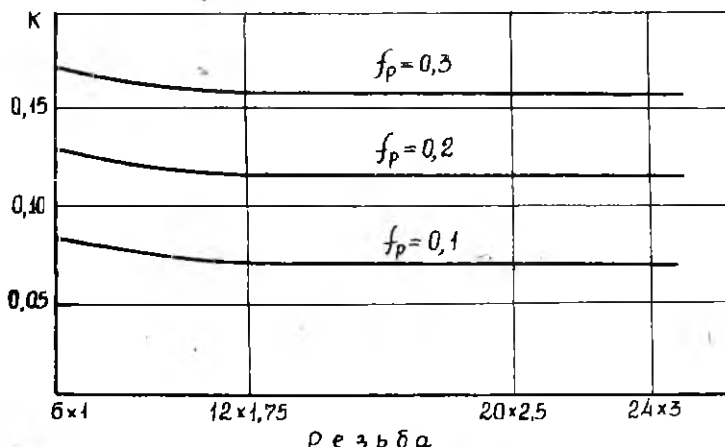
НОРМИРОВАНИЕ ЗАТЯЖКИ ПЛАСТМАССОВЫХ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Из всех методов создания предварительной затяжки резьбовых соединений наиболее распространен метод затяжки с контролем крутящего момента. В этом случае затяжку осуществляют динамометрическими и предельными тарированными ключами и устройствами. Использование этого метода основано на пропорциональности момента на ключе $M_{кл}$ и усилия затяжки Q_z при условии, что коэффициенты трения в резьбе f_p и по торцу f_t постоянны. Для крепежных резьб с углом профиля 60° , согласно работам [1, 2, 4] эту зависимость можно представить в виде

$$M_{кл} = Q_z (kd + f_t R_1), \quad (1)$$

где
$$K = 0,5 \frac{d_2}{d} \left(\frac{p}{\pi d_2} + f_p \right). \quad (2)$$

Результаты расчетов величины K в зависимости от размера резьбы при различных коэффициентах трения f_p приведены на рис.1.



Р и с. 1. Зависимость величины K от размера резьбы при различных значениях коэффициента трения f_p

Можно отметить малое влияние размеров резьбы на величину K . При ориентировочных подсчетах момента M кл, закручивающего тело болта, коэффициент f_p можно принять равным 0,20, что соответствует (см. рис. 1) значению $K = 0,12$.

Немаловажной задачей является установление оптимальных усилий предварительной затяжки. Наименьшее значение усилия затяжки определяется из условия нераскрытия стыка:

$$Q_{3, \min} = K(1 - \chi) N, \quad (3)$$

где p - запас плотности, обеспечивающий нераскрытие стыка при увеличении внешней нагрузки N в p раз /обычно $p = 1,25 \dots 1,5$ - при постоянной нагрузке и $p = 2,5 \dots 4,0$ - при переменной и ударной нагрузке [4] /; $\chi = 0,2 \dots 0,4$ - коэффициент основной нагрузки / при расчете ответственных резьбовых соединений рассчитывается по одному из известных способов [1] /.

Наибольшее значение усилия затяжки определяется из условия прочности болта при сборке:

$$Q_{3, \max} \leq K_1 Q_{\text{разр}}, \quad (4)$$

где $K_1 = \frac{0,7b}{\sqrt{b^2 + K_{p, \min}^2}}$ - коэффициент максимально допустимой затяжки; $b = \frac{d_1}{8\sqrt{3}} \frac{1 - \alpha_d^4}{1 + \alpha_d^2 \alpha_E}$; $K_{p, \min} = 0,16P + 0,58d_2 f_{p, \min}$;

$\alpha_d = \frac{d_a}{d_1}$; $\alpha_E = \frac{E_a}{E_n}$; d_1, d_2, d_a - внутренний диаметр резьбы,

средний диаметр резьбы и диаметр армирующего стержня соответственно; 0,7 - коэффициент, учитывающий изменение напряжения от действия внешней нагрузки, а также разброс коэффициента трения в резьбе, установлен на основе обобщения литературных данных с учетом механических свойств крепежных деталей.

Анализ формул (3) и (4) позволяет определить границы варьирования усилия затяжки из условий нераскрытия стыка и прочности болта:

$$0,30 Q_{\text{разр}} \leq Q_3 \leq 0,48 Q_{\text{разр}}. \quad (5)$$

По формуле (1) определены предельные моменты, обеспечивающие необходимые усилия затяжки. Предельные значения параметров, входящих в это уравнение и результаты расчетов приведены в сводной табл. I.

Т а б л и ц а I

Пределные значения параметров, определяющих момент на ключе (резьба M12, материал деталей КПС-30 ГОСТ 17648-72)

Обозначения параметров	Размерность	Пределные значения	
		наименьшее	наибольшее
Q_3	кН	3,60	5,76
f_p	-	0,10	0,15
f_T	-	0,30	0,35
K	-	0,07	0,09
$(Kd + f_T R_T)$	$\text{м} \cdot 10^{-3}$	4,29	5,10
$M_{кл}$	Н·м	18,00	24,70

Анализ формулы (I) при определении наибольшего момента на ключе показывает, что в данных границах варьирования параметров и точности контроля крутящего момента $\pm 10\%$ обеспечивается осевое усилие затяжки в пределах: $(0,6 \dots 1,0) Q_{\max}$, что удовлетворяет условиям нераскрытия стыка и прочности болта [5].

Столь значительный разброс усилия затяжки определяется широкими пределами изменения коэффициентов трения, зависящих от состояния трущихся поверхностей, смазки, повторяемости сборки, скорости завинчивания и т.д. Анализ литературных источников показывает, что данные о фактических значениях коэффициентов трения разноречивы. Поэтому для разработки нормативов затяжки необходимо провести исследования коэффициентов трения для конкретных резьбовых деталей и узлов.

Для проведения этих исследований использовалось устройство, описание которого дано в работе [3]. Исследования проводились на специально изготовленных шпильках, которые через переходные втулки навинчивались в стержень устройства. Величина момента $M_{кл}$ определялась по динамометрическому ключу, значения момента в резьбе M_p и осевого растягивающего усилия определялись по показаниям индикаторов. Для имитации натуральных пар трения под торец гайки подкладывалась либо прорезиненная ткань, либо пластина из КПС-30.

Коэффициенты K и f_T определялись по формулам:

$$K = \frac{M_p}{Q_3 d} , \quad (6)$$

$$f_T = \frac{M_T}{Q_3 R_T} = \frac{M_{кл} - M_p}{Q_3 R_T} . \quad (7)$$

В табл. 2 приведены полученные на основе статистической обработки экспериментальных данных, средние значения коэффициентов трения, а также диапазоны изменения K и f_T с вероятностью 95%.

Т а б л и ц а 2

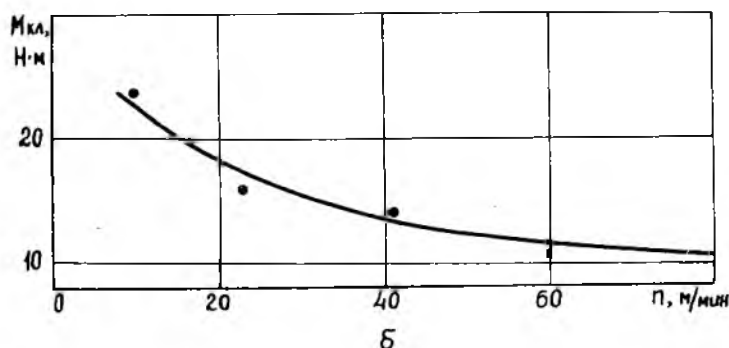
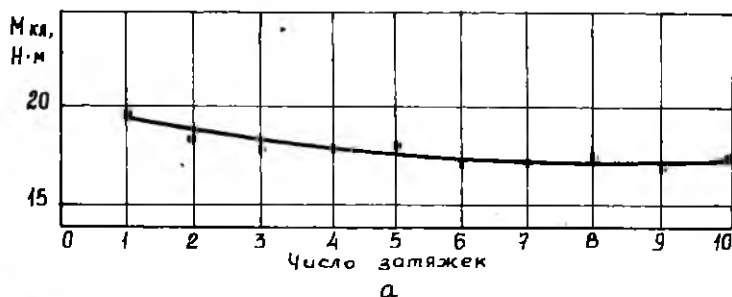
Значения коэффициентов трения в зависимости от групп сочетания материалов и наличия смазки

Коэффициенты	Пластмасса по пластмассе		Пластмасса по резине без смазки
	без смазки	ЦИАТИМ-201	
K	$0,13 \pm 0,03$	$0,08 \pm 0,01$	—
f_T	$0,26 \pm 0,05$	—	$0,35 \pm 0,05$

По результатам данной серии опытов можно сделать следующий основной вывод: применение смазки в резьбе уменьшает коэффициент трения, что улучшает условия сборки соединения, уменьшает напряжения затяжки и несколько стабилизирует (уменьшает разброс) величину момента трения в резьбе.

Немаловажны исследования влияния на момент затяжки повторяемости сборки (числа затяжек). В этих исследованиях осуществлялось десятикратное свинчивание резьбовых пар. На рис. 2,а приведен график зависимости момента затяжки от числа затяжек, из которого видно, что с увеличением числа затяжек момент падает незначительно, а при увеличении числа затяжек более 10 остается практически постоянным.

В процессе исследований было замечено влияние скорости завинчивания на момент затяжки. Экспериментальное исследование этой зависимости осуществлялось на вертикально сверлильном станке, на столе которого крепилось вышеупомянутое устройство. Гайка навинчивалась на 2...3 витка вручную, а затем на нее надевалась торцевая головка, приводимая во вращение шпинделем, которому сообщались различные частоты вращения. С целью уменьшения трения наруж-



Р и с. 2. Зависимость момента затяжки от числа затяжек (а) и скорости завинчивания (б)

ной поверхности гайки о внутреннюю поверхность торцевого ключа на трущиеся поверхности наносилась смазка ЦИАТИМ-221.

На рис. 2,б показана зависимость изменения момента затяжки от скорости завинчивания. Как видно из графика, момент затяжки значительно уменьшается с увеличением скорости завинчивания. Это следует учитывать при ручной затяжке тарированным инструментом (особенно предельными ключами), так как вследствие неравномерного вращения инструмента в процессе затяжки ("перехват" ключа, затяжка "рычагами") возможны недотяжки или перетяжки резьбовых соединений. Переход с ручной сборки резьбовых соединений на механизированную при условии выбора оптимальной скорости завинчивания может гарантировать более однородную степень затяжки.

Анализ теоретических и экспериментальных данных позволил сформулировать основные принципы нормирования усилия затяжки по моменту на ключе и разработать нормативы затяжки, использование которых позволяет значительно улучшить качество изделий за счет обеспечения их надежности работы при эксплуатации.

Л и т е р а т у р а

1. Биргер И.А., Иосилевич Г.Б. Резьбовые соединения. - М.: Машиностроение, 1973, 256с.
2. Иосилевич Г.Б., Шарловский Ю.В. Затяжка и стопорение резьбовых соединений. - М.: Машиностроение, 1971, 163с.
3. Захаров В.И., Куселев В.В., Каменецкий И.Я., Лапшина Л.К., Попов И.С., Шемелев Ю.Д. Исследование стопорения пластмассовых и стальных крепежных деталей. - Технология судостроения, 1976. № 4, с. 71-75.
4. Якушев А.И., Мустаев Р.Х., Мавлютов Р.Р. Повышение прочности и надежности резьбовых соединений. - М.: Машиностроение, 1979, 215с.

УДК 621.923.04

Ф.П.Урывский, Е.М.Маркушин, Г.П.Баландин

К РАСЧЕТУ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ В ДЕТАЛИ
С УЧЕТОМ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ
ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА И ИЗДЕЛИЯ

В работе сформулирована новая нестационарная задача для уравнения теплопроводности.

К решению сформулированной задачи приводит вычисление температуры в подповерхностных слоях детали при наличии относительных перемещений инструмента и изделия.

Предложен метод решения рассматриваемой задачи, основанный на представлении нестационарной составляющей теплового потока частичной суммой экспоненциального ряда.

Рассмотрим процесс шлифования, кинематическая схема которого представлена на рис. 1.