

### Выводы

1. Параболический характер распределения усилия по виткам резьбы показал удовлетворительную согласованность с существующими методами расчёта.

2. Результаты теоретического исследования показали возможность применения математической модели для расчёта нагрузок по виткам резьбы болтового соединения.

### Литература

1. Кузьмин Ю.А., Рожков В.Т., Чернов И.А. К дискретному решению задачи Н.Е.Жуковского. – В кн. Исследование, конструирование и расчёт резьбовых соединений. Межвуз. научно-тематич. сб. Вып. IV. Изд-во Саратовского университета, 1978, с.15...18.
2. Кузьмин Ю.А., Дорохов В.П. К вопросу распределения нагрузки по виткам резьбы. Изд. вузов. Машиностроение, 1987, №7, с.20...23.
3. Полканов И.П. Основы использования машин в сельском хозяйстве. Свердловск, 1973, с.319.

УДК 621.882

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗОК ПО ВИТКАМ РЕЗЬБЫ

*Ю.А.Кузьмин, К.У.Сафаров, В.М.Холманов*

Гиперболический характер распределения нагрузки по виткам резьбы болтового соединения имеет вид:

$$Q_i \cdot i_n = \text{Const}$$

Соотношение для 6-ти витковой гайки, затянутой с осевым усилием  $Q_{\text{зат}}$  будет равно:

$$Q_{\text{зат}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6$$

где  $i_n$  и  $Q$  - порядковый номер витка (начиная от опорной поверхности гайки);

$Q_1, Q_2 \dots Q_6$  - нагрузки соответствующих витков.

Нагрузки по виткам гайки в процентах при  $n=6$  равны:

$$Q_{\text{зат}} = Q_1(1+) = 100\%$$

Отсюда:

$$Q_i = \frac{100}{\sum_{i=1}^{n=6} K_i}, \%$$

Для проверки теоретических предпосылок были проведены экспериментальные исследования на моделях с крупной резьбой.

Во впадинах между витками резьбы были размещены и приклеены диаметрально противоположно малобазные тензодатчики. С помощью тензометрической аппаратуры определялись нагрузки на всех витках. Осевые нагрузки до 15 т.с создавались на специальном стенде. Результаты исследования 6-ти витковой резьбы приведены на диаграмме (рисунок 1) и сопоставлены с кривой теоретических разработок.

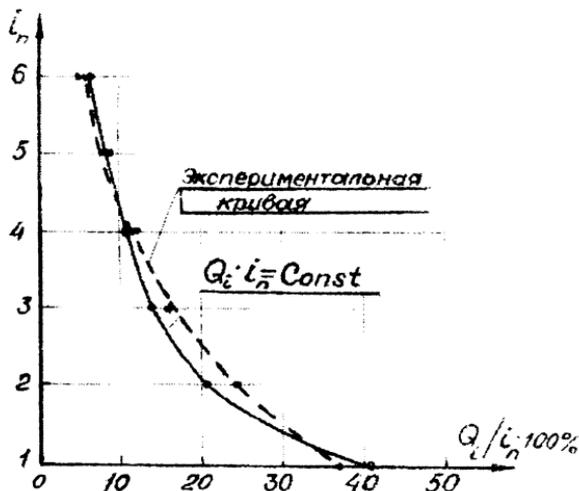


Рисунок 1. Распределение нагрузки  $Q_{зат}$  по виткам резьбы с 6-ти витковой гайкой.

- теоретическая кривая (предлагаемый метод);
- - - - - экспериментальная кривая распределения нагрузки по виткам с 6-ти витковой гайкой.

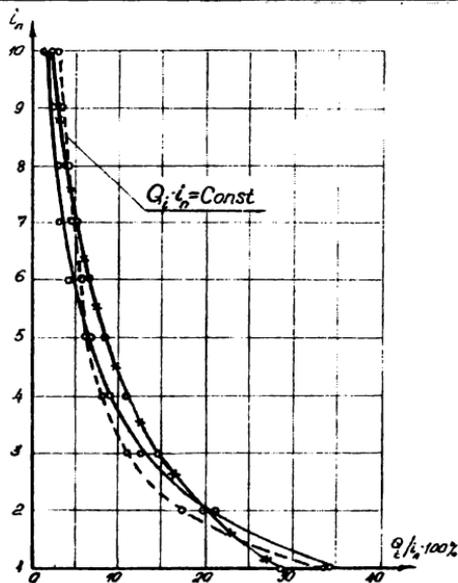
Резьбовые соединения с 6-ти витковой гайкой показали более стабильные нагрузки на все витки и достаточную жёсткость по высоте гаек (высота гайки  $H=0,8d$ ). На первые витки нагрузка составляет более трети осевой  $Q_{зат}$ .

В настоящее время в практике используются именно 5-6-ти витковые гайки. Поэтому на диаграмме распределение нагрузок по виткам отображают близкие по характеру значения в распространённых резьбовых соединениях современных машин и агрегатов.

В таблице 1 и на рисунке 2 представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований 10-витковой резьбы.

**Таблица 1 Результаты исследования распределения нагрузки по виткам резьбы**

Нагрузка по виткам резьбы	Нагрузки на витки от $Q_{зат}$ , %			
	предлагаемый метод расчета резьбы	экспериментальные исследования резьбы	расчет по методу И.А.Биргера	расчет по методу Н.Е.Жуковского
$Q_1$	34,1	34,5	28,4	34
$Q_2$	17,1	21	20,5	22,7
$Q_3$	11,4	13	14,7	15,1
$Q_4$	8,5	8,5	10,7	1
$Q_5$	6,8	6,3	7,8	6,8
$Q_6$	5,7	4,8	6,7	4,5
$Q_7$	4,9	3,7	4,2	3
$Q_8$	4,3	2,6	3,2	2
$Q_9$	3,8	2,1	2,6	1,3
$Q_{10}$	3,4	1,6	2,2	0,9



**Рисунок 2. Распределение осевого усилия по виткам резьбового соединения с 10-ти витковой гайкой.**

- ×— теоретическая кривая (по методике Биргера);
- теоретическая кривая (предлагаемый метод);
- экспериментальная кривая.

Кривая распределения нагрузок по виткам резьбы исходит от первого витка более круче, превосходя по величине экспериментальные данные, и характеризует плавную нагрузку до 5-6 витков. Затем кривые эксперимента и предлагаемого гиперболического метода почти совпадают. Кроме того, расчёты показали возможность использования приближённого решения для 10-ти витковой гайки.

### **Выводы**

1. Исследования резьбовых соединений с 10-ти витковой гайкой выявили явную неравномерность давления осевого усилия на витки резьбы. На первый виток нагрузка составила более трети осевого усилия, а на последние три витка – менее 3%. В связи с чем сверхвысокие гайки с резьбой, имеющей 1- и более витков, не могут быть рекомендованы для эксплуатации, так как применение их не повышают ни прочность соединения, ни стопорящий эффект.

2. Экспериментальные кривые распределения нагрузки по виткам резьбы показали благоприятную сходимость с теоретическими положениями. Поэтому гиперболический метод может быть рекомендован для быстрой оценки распределения нагрузки по виткам резьбы болтового соединения.

### **Литература**

1. Полканов И.П., Кузьмин Ю.А. Энергетика резьбового сопряжения. //Сб. тезисов областного научно-технического совещания работников агропромышленности «Повышение работоспособности механизированных процессов». – Ульяновск, 1989.

УДК 621.882

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО МЕТОДА ЗАТЯЖКИ КРЕПЕЖЕЙ**

*Ю.А.Кузьмин, К.У.Сафаров, В.М.Холманов*

Для проведения лабораторных исследований комбинированного метода затяжки резьбовых соединений было принято за основу два варианта.

Вариант 1. Затяжка болтами разъёма двух сварных конструкций коробчатого сечения сваренных из стальных листов толщиной  $S=3$  мм и уголков 63х63х6 (рисунки 1а). Количество стягивающих болтов М10 – 10 шт. Были использованы плоские шайбы и высокие гайки.

Вариант 2. Разъём толстой плиты  $S=3$  мм и уголков 63х63х6 (рисунок 1б). Разъём аналогично варианту 1 стянут болтами М10 – 10 шт. с плоскими шайбами и высокими гайками.

Затяжка болтов производилась до создания осевого усилия  $Q_3=0,8$  бт (1345 кг·с). Болт-свидетель зафиксировал за три раза момент на ключе