

# ОПТИМИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЗЬБОВЫХ ПРОТЕКТОРОВ ДЛЯ НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ НКТ-73

## OPTIMIZATION OF CHARACTERISTICS THREAD PROTECTORS FOR PUMP-COMPRESSOR TUBES NKT-73

Н.К. Казанцева, И.А. Кузьмин  
ФГАОУ ВПО «Уральский Федеральный Университет  
им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург  
nkazan@yandex.ru

### Abstract

*As a result of experimental studies was formed reliable and complete database of the actual sizes thread protectors. Was defined the nature of pump-compressor tube connection and thread protector. Formed recommendations on the adjustment of normed characteristics thread protectors*

В соответствии с основными направлениями развития нефтяной и газовой отраслей промышленности в ближайшем десятилетии планируется увеличение объемов работ по проводке глубоких скважин в сложных геологических условиях на освоенных месторождениях, в новых труднодоступных районах Севера, Западной Сибири и Средней Азии, а также в шельфовых зонах морей и океанов.

Почти 60 % совокупного потребления трубной продукции в 2012 году приходилось на нефтегазовый сектор, включая бесшовные и сварные трубы малого и среднего диаметров. Насосно-компрессорные трубы (НКТ) в сложившейся структуре потребления продукции занимают порядка 50 % от объема поставляемых труб.

Известно, что развитие буровых работ за рубежом на протяжении многих лет тормозится нехваткой труб, в основном из-за недостатка стали. Например, 7 % всей стали, производимой в США, приходится на трубы, из них 2/3 на нефтегазовую промышленность [1].

Проблема нехватки стали для России отсутствует, однако, вопрос снижения металлоемкости нефтяных и газовых скважин всегда находился под постоянным вниманием ученых и практиков-нефтяников.

Объемы потребления труб постоянно растут. Динамика потребления трубной продукции в период с 2008 года по 2012 год включительно приведена в таблице 1.

Таблица 1

Динамика потребления труб в России

Период, год	2008	2009	2010	2011	2012
Всего, млн тонн	7,5	6,2	9,2	9,5	10,3
в т.ч. для нефтегазового сектора, млн тонн	2,8	2,2	2,7	2,9	3,0

Потребление нефтегазопромысловых труб в Российской Федерации, по данным Goldman Sachs, в период с 2011 по 2012 год включительно возрастал на 8 % ежегодно (совокупный среднегодовой темп роста, CAGR) [2].

Насосно-компрессорные трубы в сложившейся структуре потребления продукции занимают порядка 50 % от объема поставляемых труб [1]. Соответственно емкость рынка НКТ в 2012 году составила около 1 млн тонн.

НКТ применяются в нефтяной и газовой промышленности при устройстве газовых и нефтяных скважин, для транспортировки газообразных и жидкообразных веществ, а так же для ремонтных и спускоподъемных работ.

По данным официальной статистики нефтегазодобывающей промышленности процент аварий, связанных с НКТ, составляет около 80 % от общего числа. Процентное соотношение брака трубной продукции по различным причинам представлено на рис.1.

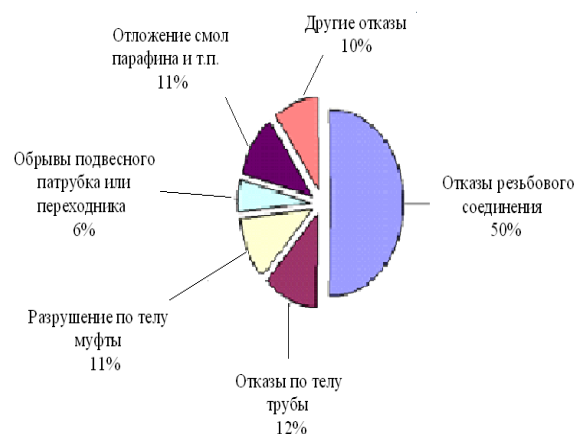


Рис.1 Процентное соотношение брака трубной продукции по различным причинам

Протектор представляет собой устройство состоящее из пластмассового стакана с резьбовым

участком, который накручивается на торец трубы (рис. 2).

Требования к протекторам резьбы согласуются с американским стандартом API 5CT и межгосударственным стандартом ГОСТ 633-80, а также с инструкциями по эксплуатации отечественных нефтегазопромысловых труб и практическими рекомендациями по применению данных изделий. Каждое предприятие, изготавливающее резьбовые протекторы имеет свои стандарты. Результаты обзора стандартов API 5CT и ГОСТ 633-80, технических условий и стандартов организаций.



Рис.2 Насосно-компрессорные трубы с протекторами резьбы

показали, что в настоящее время нет конкретных значений геометрических параметров резьбы на предохранительных деталях.

Целью настоящего исследования явилось оптимизация и уточнение геометрических параметров резьбовых протекторов для труб НКТ - 73.

Исследование проводилось с применением следующих средств измерения: микроскоп OptivClassic 321 GL штангенциркуль ШЦЦ-1-150-0,01Ж.

Образцы для исследования в количестве 20 штук отбирались случайным образом из партии готовой продукции. Измерение геометрических размеров проводилось у 20-ти образцов ниппелей протекторов резьбы для труб НКТ-73. В процессе исследования были выполнены прямые многократные измерения геометрических параметров представленных на рис.3.

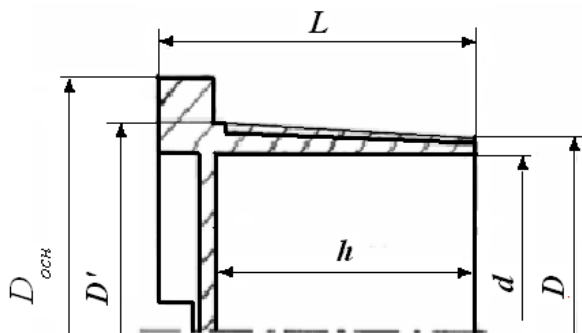


Рис.3 Измеренные параметры ниппеля резьбового протектора

Обработка результатов проводилась в соответствии с ГОСТ 8.207-76 «ГСИ. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения». Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2.  
Измеренные параметры протекторов

	Параметр, мм						
	$D$	$D'$	$d$	$D_{осн}$	$L$	$l$	$h$
Ниппель	69,63	72,71	62,75	88,59	64,73	-	52,95

На внешней поверхности ниппеля выполняется резьба. Для определения характера соединения резьбы ниппеля и резьбы трубы НКТ-73 был определен приведенный средний диаметр резьбы. С этой целью измерены шаг резьбы  $P$ , высота профиля  $H$  и угол профиля  $\alpha$ , а также средний диаметр резьбы  $d_2$  (рис. 4):

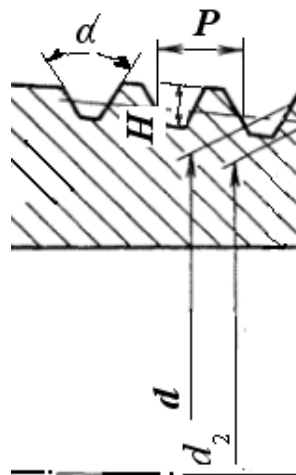


Рис.4 Измеренные параметры резьбы ниппеля резьбового протектора

Приведенный средний диаметр резьбы:

$$d_{2np} = d_{2r} + f_p + f_\alpha$$

$$\text{где } f_p = 1,732 \cdot dP = 1,732$$

– диаметральная компенсация погрешностей шага резьбы протектора,

$dP$  – абсолютное значение накопленной погрешности шага, мм,

$$f_\alpha = 10^{-3} \cdot 0,36 \cdot P \cdot \delta \frac{\alpha}{2}$$

диаметральная компенсация погрешностей угла наклона профиля резьбы протектора

$$\delta \frac{\alpha}{2} = \frac{\left| \delta \frac{\alpha}{2} np \right| + \left| \delta \frac{\alpha}{2} лев \right|}{2}$$

Получены следующие результаты вычисления  $d_{2np}$ : виток 1 – 71,27 мм; виток 2 – 71,42 мм; виток 3 – 71,47 мм; виток 4 – 71,53 мм.

Таким образом установлено, что по среднему диаметру резьбы на первом витке имеется зазор между трубой и ниппелем 1,08 мм (рис. 5).

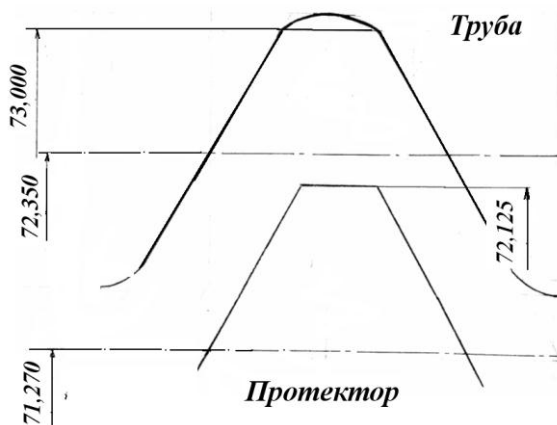


Рис.5 Взаиморасположение первого витка резьбы трубы и протектора

Известно, что при взаимодействии крепежного винта с гайкой, имеющей 10 витков, первый, наиболее нагруженный виток, воспринимает 34% нагрузки, а десятый, наименее нагруженный виток, — менее 1 %. Коэффициент концентрации нагрузки получается равным 3. Учет контактных деформаций в резьбе и повышения податливости витков вследствие неправильного их прилегания приводит к некоторому небольшому выравниванию нагрузки по виткам. При этом наиболее нагруженный виток воспринимает 25-30 % нагрузки. Распределение нагрузки между витками резьбы представлено на рис. 6.

Для обеспечения надежной защиты резьбы трубы НКТ-73 необходимо исключить зазор между поверхностью трубы и протектора и обеспечить небольшой натяг типа  $H7/p6$ . Таким образом, целесообразно увеличить средний диаметр резьбы протектора по сравнению с имеющимися требованиями на 1,08 мм.

Результатами исследования:

- сформирована достоверная и полная база данных по всем геометрическим параметрам резьбового протектора для труб НКТ;
- установлен действительный характер соединения резьбы протектора и трубы НКТ-73;
- предложено, на основе полученных результатов для обеспечения гарантированного соединения витков резьбы протектора и трубы, оптимизировать геометрические параметры резьбового протектора для трубы НКТ-73.

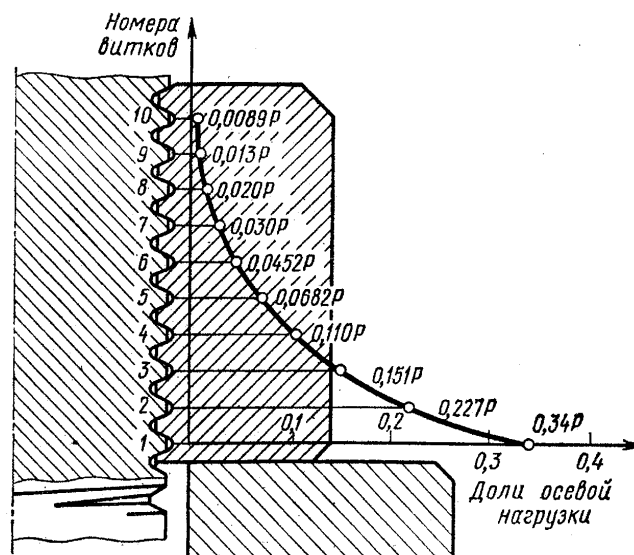


Рис.6 Схема распределения нагрузки между витками резьбы по Н.Е. Жуковскому

#### Список литературы

- 1 Маринкевич, В. Производство стали в США [Текст] / В. Маринкевич, Э. Кириченко // Мировая экономика и международные отношения. – 2012. – №8. – С. 16.
- 2 Зайцев, Н.В. Производство и продажа труб [Текст] / Н.В. Зайцев // Металлоснабжение и сбыт. – 2012. – №11. – С. 50 – 52.