

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
УХТИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**КОНТРОЛЬ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ  
НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ  
ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Ухта 2005

УДК 622. 323: 002

A18

Аванесов, В.А. Контроль резьбовых соединений насосно-компрессорных труб [Текст]: метод. указания к выполнению лабораторной работы/ В.А.Аванесов. – Ухта: УГТУ, 2005. – 16 с.; ил.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Машины и оборудование для добычи и подготовки нефти и газа» для студентов специальности 170200 «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов» и по дисциплине «Нефтегазопромысловое оборудование» для студентов специальности 090700 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

Содержание указаний соответствует рабочей учебной программе.

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой МОН и ГП от 05.09.2005 г. пр. № 1

## **1 . Цель работы.**

Изучение методов и инструментов для контроля конических резьбовых соединений насосно-компрессорных труб.

## **2 . Приборы, калибры и принадлежности.**

- 2.1. Калибры гладкие.
- 2.2. Щуп плоский.
- 2.3. Щуп предельный.
- 2.4. Калибры резьбовые (калибр-пробка, калибр-кольцо).
- 2.5. Индикатор часового типа.
- 2.6. Линейка металлическая с пределом измерения 250 мм.
- 2.7. Натурные насосно-компрессорные трубы и муфты.

## **3 . Задачи работы.**

При выполнении работы необходимо определить:

- 3.1. Натяг резьбы с помощью калибров.
- 3.2. Конусность резьбы.
- 3.3. Контроль соосности муфты или ниппеля.
- 3.4. Угол профиля резьбы.

## **4 . Порядок выполнения работы.**

- 4.1. Ознакомиться с методами контроля конусных резьб насосно-компрессорных труб.
- 4.2. Подготовить поверхность резьбы и торцов к контролю.
- 4.3. Вычертить схему контроля.
- 4.4. Выполнить измерения.

4.5. Занести результаты в таблицу 1.

4.6. Сделать выводы.

## 5 . Внешний осмотр и подготовка резьбы для контроля.

Для проведения контроля резьба должна быть тщательно промыта керосином или соляровым маслом и очищена металлической щеткой из мягкой проволоки.

Резьба должна быть гладкой, без забоин, волосовин, заусенцев, плен, раковин и других дефектов, нарушающих её непрерывность, прочность и герметичность соединений. Упорный торец муфты должен быть гладким, без заусенцев, забоин, царапин и других дефектов.

Первая заходная нитка резьбы должна быть притуплена с постепенным выходом до полного профиля.

**Таблица 1** – Результаты измерений параметров трубы

Наименование резьбы	Схема измерения	Значение величин в соответствии с ТУ и ГОСТ	Результаты измерения	Выводы
Резьба треугольного профиля: 1. Гладкие трубы: - трубная наружная резьба - муфтовая внутренняя резьба 2. Труба типа В: - трубная наружная резьба - трубная наружная резьба				

Продолжение таблицы 1

Наименование резьбы	Схема измерения	Значение величин в соответствии с ТУ и ГОСТ	Результаты измерения	Выводы
Резьба профильная: 1 Трубы типа НКМ: - трубная наружная резьба - муфтовая внутренняя резьба 2 Труба типа НКБ - трубная наружная резьба - муфтовая внутренняя резьба				

### 6 . Контроль конических резьбовых соединений.

Конструктивные особенности конических резьб и специфика эксплуатационных требований к ним применяемых в нефтяной промышленности вносят отличия в назначение допусков и методов контроля в сравнении с цилиндрическими резьбами.

На цилиндрические резьбы общего назначения устанавливается суммарный, (полный) допуск на средний диаметр, включающий допуск собственно среднего диаметра резьбы, диаметральные компенсации погрешностей шага и половины угла профиля. Отклонения каждого из основных параметров резьбы отдельно не нормируются. Критерием годности цилиндрической резьбы изделий является выполнение условий свинчиваемости проходного калибра и несвинчиваемости непроходного калибра. Проходной калибр представляет собой прототип сопряжен-

ной детали и имеет полный профиль и длину резьбы, близкую к длине свинчивания. С помощью проходного калибра проверяют приведенный средний диаметр, включающий диаметральные компенсации отклонений шага и половину угла профиля. Непроходным калибром проверяют собственно средний диаметр. Он имеет укороченный профиль, чтобы уменьшить влияние погрешностей половины угла профиля и шага. Контроль с помощью проходного и непроходного калибров гарантирует, что разность между приведенным средним и собственно средним диаметрами не превышает установленного суммарного допуска на средний диаметр.

На коническую резьбу установлены отклонения каждого элемента: шага, половины угла профиля и конусности. Кроме того, у конических резьб треугольного профиля с помощью резьбовых калибров, выполненных по типу проходных, по заданному осевому перемещению (натягу) контролируют, приведенный средний диаметр резьбы, включающий диаметральные компенсации погрешностей шага и половины угла профиля.

Установление допусков на шаг, половину угла профиля и конусность предусматривает проведение дифференциального метода контроля, при котором отдельные элементы проверяются независимо друг от друга. Поэлементно коническая резьба изделий контролируется с помощью специальных средств измерения, что позволяет установить фактические значения погрешностей шага, половины угла профиля и конусности. Контроль отдельных элементов резьбы отличается сравнительно большой трудоёмкостью и требует высокой квалификации контролера.

У резьбы с трапецеидальным профилем резьбовыми калибрами контролируется непосредственно внутренний диаметр резьбы труб и наружный диаметр резьбы муфт. Гладкими калибрами контролируется наружный диаметр резьбы труб и внутренний диаметр резьбы муфт.

В соединениях с посадкой по внутреннему диаметру у внутренних резьб замков или муфт посадочная поверхность проверяется непосредственно гладким калибром-пробкой, как и для гладких, конических втулок. Для наружных резьб



труб в целях более надежного контроля посадочной поверхности наряду с резьбовыми калибрами-кольцами с полным профилем применяются калибры-кольца с неполным профилем, т.е. с уменьшенной шириной витка и соответственно увеличенной шириной впадины. Несоответствие натягов по калибрам-кольцам с полным и неполным профилем сигнализирует о нарушении предельных размеров контура резьб при её изготовлении или от повреждений, полученных при транспортировке.

### **7. Контроль по натягу с помощью калибров.**

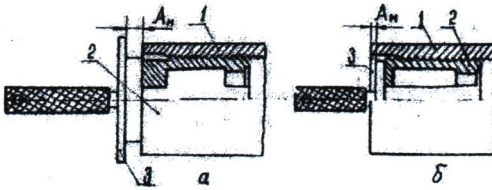
Для уменьшения износа калибры должны быть закалены и отшлифованы. Калибры изготавливаются из стали марки ШХ 15, ХГ или Х. С целью уменьшения изменчивости размеров во времени калибры в процессе изготовления подвергают искусственному старению.

Шероховатость поверхности резьбы за исключением проточек по впадинам должна быть не грубее  $R_a-0,25$  мкм, а измерительных плоскостей - не грубее  $R_a-0,50$  мкм (ГОСТ 2.789-84).

В процессе контроля внутренней резьбы калибром-пробкой измеряется осевой натяг, определяемый как расстояние между измерительной плоскостью калибра и торцом муфты или муфтовой части изделия. В зависимости от типа резьбового соединения в конструкции калибров измерительная плоскость калибра должна выступать или утопать относительно торца муфты. Схемы калибровки внутренней резьбы приведены на рисунке 1.

Номинальные величины осевых натягов при проверке резьбовыми калибрами - пробками внутренней резьбы различных типов конических резьбовых соединений приведены в таблице 2.

У внутренних резьб с трапецидальным профилем по осевому натягу проверяется непосредственно внутренний диаметр резьбы с помощью гладких калибров-пробок. Величины натягов приведены в таблице 3.



а – калибр-пробка со специальным фланцем; б – калибр-пробка с нормальным фланцем; 1 – муфта; 2 – калибр-пробка; 3 – фланец.

**Рисунок 1** – Схемы контроля внутренней резьбы калибром - пробкой

**Таблица 2** – Величины натягов при проверке внутренней резьбы резьбовыми калибрами-пробками

Резьба	Схема калибровки (рисунок 1)	Величина натяга $A_n$ , мм	Допустимые от- клонения, мм
Муфты для насосно-компрессорных труб по ГОСТ 633-84	а		
резьба с шагом 2,54 мм	а	5,0	
резьба с шагом 3,175 мм	а	6,5	
Муфтовые концы насосно-компрессорных труб НКБ1	а	5,0	
Муфты для насосно-компрессорных труб НКМ	а	3,8	



При контроле наружной резьбы калибром - кольцом измеряют осевой натяг, определяемый как расстояние между измерительной плоскостью кольца, совпадающей с торцом кольца и измерительной базой изделия. В соединениях, свинчиваемых до соприкосновения наружных торцов (замковые резьбы, соединение НКБ), за измерительную базу принимают плоскость упорного уступа ниппельной части в соответствии с рисунком 2а. При контроле натяга резьбы трубы для удобства измерений за измерительную базу принят торец трубы, как показано на рисунке 2б и 2в. Поскольку критерием свинчиваемости трубы с муфтой является конец сбега резьбы (последняя риска на трубе), расстояние от торца трубы до конца сбега резьбы должно быть ограничено допуском.

**Таблица 3** – Величина натягов при проверке внутренней трапецеидальной резьбы гладкими калибрами-пробками (схема калибровки приведена на рисунке 1)

Резьба	Величина натяга, мм
Муфтовые концы насосно-компрессорных труб НКБ1	0
Муфты насосно-компрессорных труб НКМ	1,2

Номинальные величины осевых натягов при проверке резьбовыми калибрами - кольцами наружной резьбы конических резьбовых соединений приведены в таблице 4.

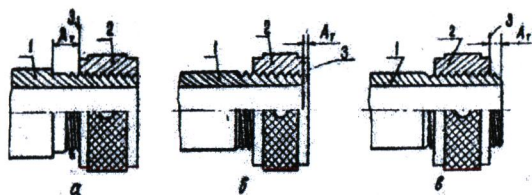
У наружных резьб с трапецеидальным профилем гладкими калибрами-кольцами проверяют наружный диаметр резьбы. Величины натягов при проверке резьбы гладкими калибрами такие же, как и при проверке резьбовыми калибрами.

Контроль гладких конических посадочных поверхностей, имеющих у высокогерметичных соединений труб НКБ1 и НКМ, производится с помощью гладких конических пробок и колец. Контроль осуществляется проверкой отклонений

заданного базорасстояния (натяга) по осевому перемещению калибра относительно торца трубы или муфты.

**Таблица 4** – Величины натягов при проверке наружной резьбы резьбовыми калибрами- кольцами

Резьба	Схема калибровки показана на рис.2	Величина натяга, мм	Допустимые отклонения, мм
Насосно-компрессорных труб по ГОСТ 633-63	б	-	
с шагом 2,54 мм	б	2,5	
с шагом 3,175 мм	б	3,2	
Насосно-компрессорных труб НКБ-1	а		
с шагом 3,175 мм	а	10,0	
с шагом 4,233 мм	а	8,0	
Насосно-компрессорных труб НКМ	в	18,8	
ТТ труб ТБВК и ТБНК	б	0	



а – с упорным уступом; б – без упорного уступа, но калибр-кольцо не доходит до торца; в – то же, только переходит за торец; 1 – труба; 2 – калибр-кольцо; 3 – измерительная плоскость калибра.

**Рисунок 2** – Схемы контроля наружной резьбы калибром-кольцом.

## 8 . Контроль конусности резьбы.

Конусность по наружному диаметру наружной резьбы проверяют гладкими коническими калибрами-кольцами, а конусность по внутреннему диаметру внутренней резьбы - гладкими калибрами-пробками. Проверка с помощью гладких калибров позволяет лишь приблизительно судить об отклонениях конусности резьбы, так как результаты измерений в большой степени зависят от наличия бочкообразности, корсетности, овальности и других искажений формы резьбового конуса.

В процессе контроля наружной резьбы гладкий калибр - кольцо надевают на резьбу, и если при этом имеет место качание в поперечном направлении, то калибр отжимают к одной стороне резьбы, а образовавшийся зазор измеряют с помощью набора пластинчатых щупов как изображено на рисунке 3. Величина зазора в этом случае характеризует отклонение разности диаметров от номинального значения на длине контакта резьбы с калибром. Если гладкий калибр не качается, то щупом проверяют зазоры между резьбой и калибром по всей окружности. Суммарный зазор, измеренный в двух диаметрально противоположных сторонах, характеризует отклонение разности диаметров на длине калибра. Допустимые отклонения от заданной конусности трубной резьбы приведены в таблице 5.

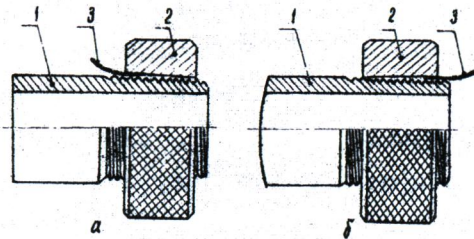
**Таблица 5** – Допустимые отклонения от заданной конусности трубной резьбы

Диаметр трубы, мм	Предельно допустимые величины зазоров, мм	
	со стороны большего диаметра конуса калибра	со стороны меньшего диаметра конуса калибра
60	0,08	0,12
73		
89	0,10	0,16
102		
114	0,12	0,18

При проверке кольцевого зазора щупом прямоугольной формы, имеющим обычно ширину 7 мм, возникает некоторая ошибка, увеличивающаяся с уменьшением диаметра проверяемой резьбы. Вводить поправку, подсчитанную исходя из ширины щупа и диаметра кольцевого зазора, не рекомендуется, так как при этом не учитывается гибкость пластинки щупа в поперечном направлении, способствующая компенсации указанной ошибки. С целью уменьшения погрешности при измерении конусности малых диаметров резьб следует уменьшить ширину пластинок щупа до 4-5 мм.

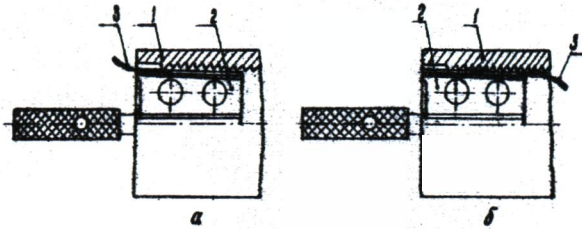
При контроле внутренних резьб используется гладкий калибр-пробка, имеющий форму крестовины.

Методика проверки конусности внутренних резьб точно такая же, как и для наружных резьб. Схема контроля приведена на рисунке 4.



а – минусовое отклонение конусности; б – плюсовое отклонение конусности; 1 – труба; 2 – калибр; 3 – щуп.

**Рисунок 3** – Контроль конусности наружных резьб с помощью гладкого калибра-конца



а – с положительным отклонением конусности; б – с отрицательным отклонением конусности; 1 – муфтовая часть; 2 – калибр пробка; 3 – шуп.

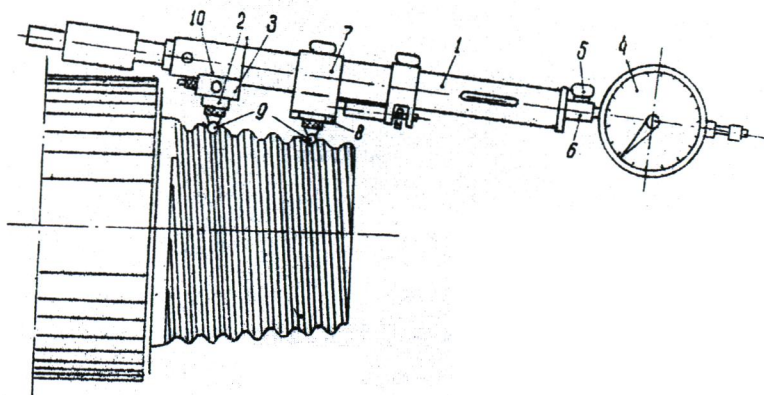
**Рисунок 4** – Контроль конусности внутренних резьб с помощью пробки-крестовины

### 9 . Контроль шага резьбы.

Измерение шага наружной и внутренней резьбы производится с помощью накладных шагомеров. Наиболее широкое применение находят индикаторные шагомеры типа ЦЛ и типа ШИ как показано на рисунке 5.

Приборы ЦЛ и ШИ выполнены по одинаковой конструктивной схеме: на траверсе закрепляют два неподвижных шариковых наконечника, устанавливаемых во впадину одного витка, а третий подвижный шариковый наконечник, расположенный на заданном расстоянии от неподвижных, находится в кинематической связи с индикатором. При контроле наружной и внутренней резьбы с треугольным профилем настройку и установку прибора на ноль производят по соответствующему резьбовому калибру - пробке, используемой как эталон. Для уменьшения ошибки измерения можно учитывать фактические отклонения шага резьбы калибра-пробки, по которой устанавливают шагомер.





**Рисунок 5** – Проверка шага резьбы шагомером ШИ

Рекомендуемые диаметры шариковых наконечников приведены в таблице

6.

**Таблица 6** – Рекомендуемые диаметры шариковых наконечников

Резьба	Диаметры шариков, мм
С углом профиля 60°:	
шаг 2,54 мм	1,3 ... 1,7
шаг 3,175 мм	1,5 ... 2,1
шаг 5,08 мм	2,3 ... 3,5
С трапециадальным профилем:	
резьба труб НКМ НКБ1 с шагом 4,233 мм	1,4 ... 1,7
резьба труб НКМ НКБ1 с шагом 3,175 мм	1,1 ... 1,3

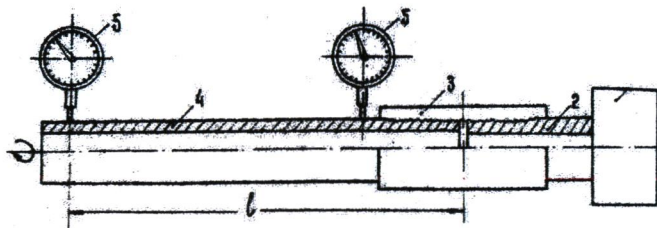


Таблица 7 – Допустимые отклонения по шагу на всей длине резьбы

Тип резьбы	Шаг резьбы, мм	Допустимые отклонения по шагу на всей длине резьбы, мм
Резьба насосно-компрессорных труб по ГОСТ 633-80	3,175	± 0,120
	2,540	

### 10. Контроль соосности резьбы муфт.

Несоосность резьбы муфт проверяют навинчиванием муфты на резьбовую оправку, точно центрированную в патроне токарного станка или специального приспособления. В свободный конец муфты ввинчивают чисто обработанную резьбовую оправку длиной не менее 2500 мм. Вращая муфту, определяют с помощью индикаторов часового типа биение оправки у торца муфты и у конца оправки. Разность между наибольшим и наименьшим показаниями индикатора равна удвоенной величине отклонению от соосности. Величину биения у конца стержня отсчитывают от середины муфты. Отклонения от соосности не должны превышать 0,6 мм в плоскости торца и 11 мм на длине 6 мм. Схема измерения приведена на рисунке 6.



1 – зажимной патрон; 2 – резьбовая центрирующая оправка; 3 – контролируемая муфта; 4 – цилиндрическая оправка; 5 – индикатор часового типа;  $l$  – длина, на которой определяется биение у конца оправки.

Рисунок 6 – Схема проверки соосности резьбы муфты

## 11. Проверка резьб бурильных труб при сборке и на промыслах.

При контроле качества конической трубной и замковой резьб необходимо проверить взаимное положение деталей, свинченных от руки (без применения механизмов) - условный натяг А.

### Библиографический список

1. Трубы нефтяного сортамента: Справочное руководство/ Под ред. А.Е.Сарояна.- 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1987. - 504 с.
2. Щербюк А.Д. Резьбовые соединения труб нефтяного сортамента и забойных двигателей/ А.Д.Щербюк, Н.В.Якубовский. – М.: Недра, 1974. - 253 с.
3. Эрлих Г.М. Эксплуатация бурильных труб/ Г.М.Эрлих. – М.: Недра, 1996 - 312 с.