

Калибровка и контроль резьбы обсадных, насосно-компрессорных и трубопроводных труб

Входной участок

Подкомитет по стандартизации трубной продукции

РЕКОМЕНДОВАННАЯ ПРАКТИКА API 5B1

ПЯТОЕ ИЗДАНИЕ, ОКТЯБРЬ 1999г.

0308
Тр.
2003. №2
Дел.
Исх. №
27-02-05

5/40
Тру-5
Печатью

ДЕЙСТВИТЕЛЕН ТОЛЬКО С ПЕЧАТЬЮ



**Американский
Нефтяной
Институт**

Помогает Вам
выполнить
работу правильно.SM

ОСОБЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Публикации API обязательно обращаются к проблемам общего характера. Что касается конкретных обстоятельств, следует рассматривать местные, государственные и федеральные законы и постановления.

API не берется выполнять обязанности предпринимателей, производителей или поставщиков по предупреждению и надлежащей подготовке и оснащению своих работников и иных подвергающихся воздействию лиц, что касается рисков для здоровья и безопасности и мер предосторожности, а также не берет на себя их обязательств, установленных местными, государственными или федеральными законами.

Информацию, касающуюся безопасности и опасности для здоровья и надлежащих мер предосторожности в отношении конкретных материалов и условий, следует получать у предпринимателя, производителя или поставщика данного материала или из справочного листка технических данных материала.

Никакая информация, содержащаяся в какой-либо публикации API, не должна толковаться как предоставление какого-либо права, косвенно или иным способом, на производство, продажу или использование любого метода, установки или продукта, на которые распространяется патентная грамота. А также никакая информация, содержащаяся в публикации, не должна рассматриваться, как страхование кого-либо от ответственности за нарушение патентной грамоты.

Как правило, стандарты API пересматриваются и перерабатываются, повторно подтверждаются или отменяются, по крайней мере, каждые пять лет. Иногда к этой периодичности пересмотра добавляется однократное продление до двух лет. Данная публикация не будет иметь силы в качестве действующего стандарта API через пять лет после даты ее опубликования, или, если предоставлено продление, после повторной публикации. О статусе публикации можно узнать в Авторском отделе API [телефон (202) 682-8000]. Каталог публикаций и материалов API издается ежегодно и обновляется ежеквартально API, 1220 L Street, N.W., Washington, D.C. 20005.

Настоящий документ разработан по методикам стандартизации API, которые гарантируют соответствующее извещение и участие в процессе разработки, и обозначен как стандарт API. Вопросы, касающиеся толкования содержания настоящего стандарта, или комментарии и вопросы, касающиеся методик, по которым разработан настоящий стандарт, следует направлять в письменной форме директору Авторского отдела (указан на титульной странице настоящего документа), Американского нефтяного института, 1220 L Street, N.W., Вашингтон, D.C. 20005. Запрос на разрешение копирования или перевода всего или какой-либо части материала, опубликованного в настоящем документе, также следует адресовать генеральному директору.

Стандарты API издаются для облегчения широкого доступа к проверенным, правильным технологическим и эксплуатационным методикам. Эти стандарты не подразумевают предотвращение необходимости применения правильного технологического суждения в отношении того, когда и где эти стандарты следует применять. Формулировка и публикация стандартов API ни коим образом не подразумевает воспрепятствовать кому-либо применить любые другие методики.

Любой производитель, изготавливающий оборудование или продукцию в соответствии с требованиями стандарта API к маркировке, несет единоличную ответственность за соответствие всем применяемым требованиям этого стандарта. API не символизирует, не подтверждает или не гарантирует, что такая продукция в действительности соответствует применяемому стандарту API.

Все авторские права защищены. Никакая часть этой работы не может воспроизводиться, сохраняться в информационно-поисковой системе или передаваться любыми средствами, электронными, механическими, фотокотировальными, записывающими или иными, без предварительного разрешения издателя. Свяжитесь с издателем, Издательская служба API, 1220 L Street, N.W., Вашингтон, D.C. 20005.

Авторское право © 1999 Американский нефтяной институт

с.

0

9

5

5

5

2

3

3

5

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая рекомендованная практика находится в ведении Подкомитета API по стандартизации трубной продукции и включает изменения, утвержденные голосованием по почте в 1999г.

Никакое положение настоящей рекомендованной практики не должно быть основанием для браковки обсадных или насосно-компрессорных труб при условии, что резьба соответствует требованиям последнего издания стандарта API 5B.

Настоящая рекомендованная практика представлена в качестве руководящего и учебного средства для инспекторов трубных заводов, независимых инспекторов и пользователей, заинтересованных в совершенствовании навыков контроля резьбы на трубах нефтепромыслового сортамента и трубопроводных трубах. Она включает рисунки многочисленных калибров и измерительных инструментов. Предприняты все усилия, чтобы представить калибры безотносительно к происхождению изделий. Кроме того, включение некоторых калибров не следует рассматривать как одобрение инструмента или его изготовления. Аналогично, исключение какого-либо калибра не является указанием неудовлетворенности этим инструментом.

Публикациями API могут пользоваться все желающие. Институт предпринял все возможные усилия, чтобы обеспечить точность и надежность содержащихся в них данных; тем не менее, Институт не подтверждает и не дает гарантий в связи с данной публикацией и настоящим четко заявляет об отказе от каких-либо обязательств или ответственности за убыток или ущерб, явившиеся следствием его использования, или за нарушение каких либо федеральных, государственных или муниципальных постановлений, которым данная публикация может противоречить.

Предлагаемые исправления приветствуются и будут переданы для рассмотрения директору входного участка Американского нефтяного института, 1220 L Street, N.W., Washington, D.C., 20005.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 ВВЕДЕНИЕ	1
1.1 Исходные данные	1
1.2 Область действия	2
2 СПРАВОЧНО-НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ	2
2.1 Требования	2
2.2 Эквивалентные стандарты	2
3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ	3
4 РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ПО АР1	4
4.1 Резьба трубопроводной трубы	5
4.2 Круглая резьба насосно-компрессорных и обсадных труб	5
4.3 Обсадная труба с трапециевидной резьбой (с резьбой и муфтами)	5
4.4 Безмуфтовая резьба (с выполненным заодно соединением)	8
4.5 Закругленная кромка	8
5 ВИЗУАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ РЕЗЬБЫ	8
5.1 Визуальный контроль резьбы (ВКР)	8
5.2 Методика оценки обнаруженных визуальных изъянов резьбы	10
5.3 Методика определения положения навинчивания муфты	13
6 ХРАПЕНИЕ ПРИЕМОЧНЫХ КАЛИБРОВ	13
6.1 Общая часть	13
6.2 Хранение	14
6.3 Обращение	14
6.4 Применение	14
7 КАЛИБРОВКА И ПОВЕРКА ИНДИКАТОРОВ С КРУГОВОЙ ШКАЛОЙ И СТАЦИОНАРНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ	14
7.1 Калибровка	14
7.2 Поверка	15
8 КОНТРОЛЬ РЕЗЬБЫ	15
8.1 Введение	15
8.2 Методика контроля	15

	Стр.
8.3 Контроль круглой резьбы	16
8.4 Контроль резьбы трубопроводных труб	30
8.5 Контроль трапецевидной резьбы	33
8.6 Контроль резьбы безмуфтового соединения	37
9 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ	47
9.1 Микроскоп профиля резьбы	47
9.2 Измерение относительной глубины и концентричности канавки уплотнительного кольца	47
Рисунки	
1 Схематический чертеж нефтяной или газовой скважины в комплекте с подвесным хвостовиком	1
2 Типичная трубная муфта	5
3 Конфигурация резьбы трубопроводной трубы	6

4	Конфигурация круглой резьбы обсадных труб и резьбы насосно-компрессорных труб	6
5	Конфигурация трапецевидной резьбы для обсадных труб наружным диаметром 13 $\frac{1}{8}$ дюйма и меньше	7
6	Конфигурация трапецевидной резьбы для обсадных труб наружным диаметром 16 дюймов и больше	7
7	Конфигурация резьбы безмуфтовых обсадных труб	7
8	Параметры контроля наружной резьбы	11
9	Тонкая кромка	12
10	Острый край	12
11	Измерительные устройства циферблатного типа	13
12	Измерительные устройства стационарного типа	14
13	Контейнер для хранения калибров	14
14	Установочный эталон глубиномера резьбы	15
15	Базовые размеры резьбы трубопроводных труб и круглой резьбы обсадных и насосно-компрессорных труб	16
16	Наружная резьбы, на которой проводится продольная линия для облегчения контроля — Соединительная продольная линия проводится подобным образом	16
17	Рисунок масштабной линейки, правильно удерживаемой для определения полной длины резьбы	17
18	Тип устройства с уравновешенным циферблатом для измерения высоты внутренней резьбы и всей наружной резьбы	17
19	Калибр высоты резьбы для внутренней резьбы наружным диаметром 3 дюйма и меньше	17
20	Установочные эталоны для (а) круглой и V-образной резьбы по API, (b) безмуфтовой трапецевидной резьбы и 16-дюймовой и больше и (с) установочный эталон V-образного блока для проверки контакта и точки	18
21	Высотомер, приложенный к установочному эталону	18
22	Высотомер с непрерывным циферблатом, приложенный к V-образному блоку	22
23	Высотомер с непрерывной круговой шкалой, приложенный к установочному эталону	22
24	Высотомер наружной/внутренней резьбы, приложенный к резьбе	22
25	Тип устройства с уравновешенным циферблатом, приложенный к резьбе, показывающий незначительную погрешность по высоте резьбы	22
26	Калибры шага	23
27	Эталон установки шага с приложенным калибром наружного/внутреннего шага	25

	Стр.
28 Штангенциркуль для измерения конусности наружной резьбы	25
29 Внутренний конусный калибр для наружного диаметра 4 1/2 дюйма и больше, показывающий увеличения калибра	25
30 Штангенциркуль для измерения конусности внутренней резьбы для труб наружным диаметром меньше 4 1/2 дюйма	26
31 Собранный внутренний конусный калибр для труб наружным диаметром 4 1/2 дюйма и больше	27
32 Кольцевой калибр утолщенного типа	27
33 Калибр-пробка вставного типа	28
34 Кольцевой калибр ступенчатого типа	28
35 Кольцевой калибр трафаретного типа	28
36 Натяг эталонного калибра пробки и рабочих кольцевых калибров	29
37 Натяг пробки калибра методом линий	30
38 Пробка-калибр трафаретного типа	30
39 Полная резьба и замер треугольного штампа на конце с наружной трапециевидной резьбой	33
40 Высотомер наружной/внутренней трапециевидной резьбы шагового типа для труб диаметром 16 дюймов, 18 5/8 дюйма и 20 дюймов и муфт и всей резьбы безмуфтовых обсадных труб	34
41 Измеритель сбег трапециевидной резьбы	36
42 Кольцевой калибр трапециевидной резьбы	37
43 Шаблон безмуфтовой длины	38
44 Конфигурация безмуфтовой обсадной колонны наружным диаметром от 5 до 7 7/8 дюйма	39
45 Конфигурация безмуфтовой обсадной колонны наружным диаметром от 8 3/8 до 10 3/4 дюйма	40
46 Масштабная линейка (шкала), размещенная на безмуфтовом ниппельном конце для измерения длины резьбы	41

	Стр.
47 Измерение безмуфтовой длины с помощью шаблонов	41
48 Установочный эталон высотомера безмуфтовой резьбы	42
49 Внутренний микрометр, снабженный плоскими контактами для измерения вершиной к вершине	43
50 Предельный калибр ширины безмуфтовой резьбы	43
51 Кольцевой калибр безмуфтовой резьбы со скользящим уплотнительным измерительным кольцом	44
52 Пробка-калибр безмуфтовой резьбы со скользящим уплотнительным измерительным элементом	44
53 Предельный щуп для безмуфтового кольцевого калибра	44
54 Предельный щуп для безмуфтового калибра-пробки	44
55 Кольцевой калибр безмуфтовой резьбы, установленный с затяжкой вручную и выдвинутое уплотнительное кольцо	46
56 Калибр-пробка безмуфтовой резьбы, установленный с затяжкой вручную и выдвинутое уплотнительное кольцо	46
57 Кольцевой калибр безмуфтовой резьбы, установленный с затяжкой вручную и выдвинутое уплотнительное кольцо	46
58 Калибр-пробка безмуфтовой резьбы, установленный с затяжкой вручную и выдвинутое уплотнительное кольцо	46
59 Микроскоп профиля резьбы	47
60 Контроль размеров канавок муфты для насосно-компрессорных труб	48
61 Контроль размеров канавок муфты для обсадных труб	48
62 Детали альтернативных приемлемых конфигураций контакт-деталей	48

Таблицы

1 Ниппельный L_c и муфтовый РТЛ концы НКТ	11
2 Ниппельный конец L_c и муфта РТЛ обсадной трубы	11
3 Размеры короткой резьбы обсадной трубы	19
4 Размеры длинной резьбы обсадной трубы	19
5 Размеры резьбы невысаженного конца	20
6 Размеры резьбы НКТ с наружной высадкой концов	20
7 Рекомендованные контактные точки высотомера резьбы	20
8 Глубина резьбы для разных форм резьбы	21
9 Рекомендованные размеры контактных точек для калибра шага	24
10 Рекомендованные размеры контактных точек для измерителей конусности	24
11 Длинная резьба L_1 – короткая резьба L_1 обсадных труб	29
12 Размеры резьбы трубопроводных труб	31

13	Размеры трапецевидной резьбы обсадных труб	33
14	Приемлемая конусность трапецевидной резьбы	36
15	Длины безмуфтовых колонн	37
16	Размеры установочных эталонов высотомера безмуфтовой колонны	41
17	Высотомер резьбы безмуфтовой колонны	41
18	Размеры предельного щупа для кольцевого калибра и калибра-пробки безмуфтовой колонны	45

Калибровка и контроль резьбы обсадных, насосно-компрессорных и трубопроводных труб

1 Введение

Способность трубопроводных труб и труб нефтепромыслового сортамента (таких как обсадные и насосно-компрессорные трубы нефтяных и газовых скважин) работать надлежащим образом зависит от физической целостности тела трубы и соединений. Резьба на каждом конце трубы обеспечивает средство соединения отдельных фрагментов в непрерывную «колонну» труб. Существует множество конфигураций резьбы, применяемых к трубам нефтепромыслового сортамента. Однако, все они имеют две общие функции: они должны противодействовать утечке и разрушениям при растяжении. Это осуществляется путем применения специально разработанных и точно обточенных типов резьбы. Лабораторные и фототипические испытания до продажи соединения подтверждают правильность конструкции. Точная машинная обработка зависит от итерационного процесса для моделирования износа инструмента. Чрезмерный износ инструмента и/или повреждение после обточки снижает эксплуатационные характеристики резьбы.

Настоящая рекомендованная практика предоставляет руководство и инструкции по правильному применению методик контроля резьбы и оборудования для обеспечения точных по размерам соединений. На инспектора возлагаются тяжелая обязанность. Эта обязанность может быть выполнена надлежащим образом, только если инспектор соответствующим образом подготовлен. Настоящая рекомендованная практика обеспечивает подготовку и понимание, необходимые для проведения отвечающего требованиям контроля соединений трубопроводных труб и труб нефтепромыслового сортамента.

1.1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Обсадные и насосно-компрессорные трубы – это два термина, применяемые для описания труб нефтепромыслового сортамента, которые представляют собой часть завершенной нефтяной или газовой скважины.

Когда эти термины используются в полевых бурильных работах и операциях по добыче, термин «обсадные» относится к трубе, применяемой для облицовки пробуренной скважины, чтобы предохранить ее от образования потока жидкости или обрушения стенок. Это постоянная часть скважины, в которой донные отрезки обсадной трубы цементируются при монтаже. Временами цемент выкачивается на поверхность. Среди различных типов обсадных труб имеются направляющие обсадные трубы, кондукторы, промежуточные или технические обсадные колонны и эксплуатационные обсадные колонны (Рисунок 1). Эти обсадные колонны простираются до поверхности. Отрезок скважины, облицованный трубой, которая не достигает поверхности, называется хвостовиком. Хвостовики можно закреплять цементным раствором при монтаже или нет.

Термин «насосно-компрессорная» относится к находящейся в самой глубине скважины трубе. Скважинные флюиды поднимаются на поверхность через насосно-компрессорные трубы. Насосно-компрессорная труба может быть изолирована от обсадной трубы внутриколонным пакером. НКТ часто извлекается из скважины и временами заменяется.

Термины *обсадная* и *насосно-компрессорная*, при использовании в сталелитейном производстве или спецификациях API, ориентируются на размер, а не обязательно на конечное применение. Заводы могут не знать, каково будет конечное применение их труб. Соответственно, в заводской практике и в спецификациях API обсадные трубы включают обычно трубы наружным диаметром 4 1/2 дюйма или больше. Насосно-компрессорные включают обычно трубы наружным диаметром 4 1/2 дюйма и меньше. В настоящем издании используются термины *обсадная* и *насосно-компрессорная* в заводском/API смысле. В большинстве случаев это также будет соответствовать описанию конечного применения.

Каждое трубное соединение должно быть в состоянии выдерживать внутреннее и/или наружное давление без течи. Грамотность конструкции и точность производителя соединения обеспечивает гарантию требуемого сопротивления утечке. Соединения API находятся среди наиболее точно обработанных типов резьбы, производимых в настоящее время серийно. Форма и размер каждого компонента сконструирован и обработан так, чтобы взаимодействовать с сопряженным элементом для образования гидравлического затвора.

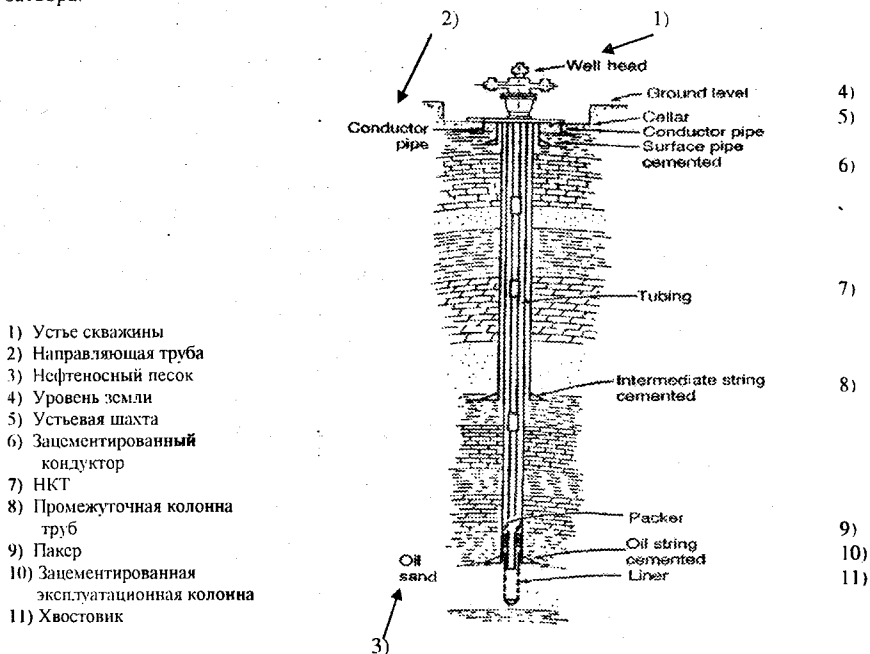


Рисунок 1 – Схематический чертеж нефтяной или газовой скважины в комплекте с подвесным хвостовиком

Контроль резьбовых концов трубы устанавливает, соответствует ли произведенная продукция проектным техническим требованиям. Трубы нефтепромыслового сортамента и трубопроводные трубы контролируются на предприятии изготовителя до отгрузки. Кроме того, трубы могут контролироваться на трубном складе, месте производства работ и/или буровой установке.

Инспекция производителя обычно не представляет собой контроль каждого отдельного соединения. Скорее, это обычно проверка статистической предназначенного образца исходя из опыта производителя. Полевая инспекция – это обычно контроль каждого резьбового конца. Рамки полевой инспекции изменяются исходя из желания владельца и ограничений, присущих полевой инспекции.

Коррозионная стойкость и уплотняющая способность соединений улучшаются путем нанесения на резьбу гальванического покрытия, обычно в муфте или муфтовом конце, из цинка, олова или металлического фосфата. Гальваническое покрытие производит благоприятное воздействие; однако, оно обычно влияет на точность контроля размеров этой резьбы, так как трудно равномерно нанести гальваническое покрытие на резьбу. Это, в частности, справедливо для цинка и олова, которые наносятся гальваническим способом. Наиболее близкая к аноду часть резьбы приобретает наибольшую толщину металла с гальванопокрытием. Некоторые производители могут оказать предпочтение нанесению покрытия на элемент трубы (ниппельный конец), особенно на специальных соединениях или соединениях повышенной прочности. Во всех случаях покрытия наносятся в целях (а) противодействия заеданию во время наворачивания, (b) антикоррозионных при хранении или (с) содействия уплотнению (в резьбе) для сопротивления утечке.

Калибровка резьбы осуществляется производителем до нанесения покрытия. Полевая калибровка покрытой резьбы может быть менее точной, чем калибровка на предприятии производителя. Поэтому следует быть осмотрительными при толковании результатов полевой калибровки резьбы с покрытием. Кроме того, калибровка производителя производится до сборки компонентов трубы. Соответственно, калибровка собранных (свинченных) резьбовых компонентов может привести к тому, что компоненты не будут соответствовать значениям спецификации вследствие перекашивания при свинчивании.

Отклонение от спецификации покрытых, но не свинченных компонентов, может быть обнаружено с помощью полевой калибровки. Тем не менее, если возникает разногласие, покрытие следует удалить и повторно проконтролировать размеры компонента.

Производители прилагают осязательные усилия, чтобы исключить трубную продукцию с отклонениями от спецификации в рамках финансовых и статистических ограничений производителя. Пользователи, особенно в критических скважинах или трубопроводах, требуют контроля на буровой установке или в месте производства работ, чтобы исключить любое повреждение резьбы, возникшее во время транспортировки, или любую резьбу с отклонениями от спецификации, которая могла не быть обнаружена на предприятии производителя.

Важно выявить и исключить поврежденные и не соответствующие спецификации трубы. Браковка «хороших» труб, однако, приводит к финансовым расходам, которые ложатся на производителя и/или оператора. Таким образом, контроль следует проводить с осторожностью и благоразумием.

1.2 ОБЛАСТЬ ДЕЙСТВИЯ

Информация, содержащаяся в настоящей рекомендованной практике, предназначена для использования инспекторами производителя труб, персоналом по контролю качества, полевыми инспекторами, операторами резьбонарезных установок и пользователями и покупателями труб нефтепромыслового сортамента и трубопроводных труб.

Данное издание подготовлено при содействии Подкомитета API по трубной продукции и Группой средств по нарезке и калибровке. По существу, область действия ограничивается контролем соединений обсадных, насосно-компрессорных и трубопроводных труб по API. Однако, основные методики использования калибров распространяются на любые виды резьбы, для которых известны спецификации на элементы резьбы. В частности, данная рекомендованная практика написана, чтобы дополнить и расширить последние редакции спецификации API 5 CT и 5L, которые предписывают физические и механические свойства обсадных, насосно-компрессорных и трубопроводных труб. Вдобавок, данная рекомендованная практика предназначена для использования с последней редакцией спецификации API 5B, *Спецификация на нарезание резьбы, калибровку и контроль резьбы обсадных, насосно-компрессорных и трубопроводных труб*. Она не дублирует массивные размерные таблицы, содержащиеся в последней редакции API Spec 5B. Вместо этого, она предоставляет инструкции по технике контроля, подходящие для сравнения размера изделия с заданными размерами и допусками на это изделие. Так, грунтовку можно применять для контроля элементов резьбы по API без прямого обращения к последней редакции Spec 5B. Как бы то ни было, последняя редакция Spec 5B имеет преимущественное значение, если между сторонами возникает разногласие.

В настоящем издании используются фотографии, чтобы продемонстрировать правильное использование типичных калибров, применяемых обычно инспекторами резьбы. Представленные калибры ограничиваются теми, которые пригодны как для заводского, так и для полевого использования. Таким образом, не включены переносные приборы, такие как компараторы и устройства для считывания контура. Однако, нет намерения ограничить использование инспекторами таких приборов или методов.

2 Справочно-нормативные документы

Настоящая спецификацию включает в себя путем ссылок, либо полностью, либо частично, следующее:

API

Spec 5B	<i>Спецификация на нарезание резьбы, калибровку и контроль резьбы обсадных, насосно-компрессорных и трубопроводных труб</i>
Spec 5CT	<i>Спецификация на обсадные и насосно-компрессорные трубы</i>
Spec 5L	<i>Спецификация на трубопроводные трубы.</i>
RP 5A5	<i>Рекомендованная практика по проведению полевого контроля новых обсадных, насосно-компрессорных и гладких буровых труб</i>

2.1 ТРЕБОВАНИЯ

Требования других стандартов, включенных путем ссылок в настоящую спецификацию, являются важными для надежности и возможности взаимозамены производимого оборудования.

2.2 ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ СТАНДАРТЫ

Другие стандарты, признанные в масштабе всех страны или предприятия, должны быть представлены и утверждены API для включения в данную спецификацию до их применения в качестве эквивалентных стандартов.

3 Определения

В целях настоящего стандарта применяются следующие определения:

3.1 выступ: Выступ наружной резьбы – это радиальное расстояние между основным и начальным цилиндрами или конусами, соответственно. Выступ внутренней резьбы – это радиальное расстояние между меньшим и начальным цилиндрами или конусами, соответственно.

3.2 основной размер: Теоретический размер, все отклонения от которого измеряются.

3.3 резьба с черными вершинами: Резьба, которая не имеет полных вершин, исторически была и продолжает называться «черной резьбой», поскольку исходная прокатная поверхность не была удалена. Черная резьба является полезным описательным термином; однако, следует отметить, что может существовать резьба без полных вершин, которая не является черной.

3.4 фаска: скошенная поверхность, начинающаяся на конце трубы или муфты, где начинается формирование резьбы.

3.5 вершина: верхняя часть резьбы.

3.6 зазор вершины: Расстояние между вершиной и канавкой сопряженных резьб.

3.7 усечение вершины: Расстояние между острой вершиной (самой верхней точкой вершины) и готовой вершиной.

3.8 впадина: Расстояние между делительной (осевой) прямой и канавкой резьбы.

3.9 полезная длина резьбы: (Смотрите Рисунки 1, 3 и 8 в Spec 5B). Размер, обозначенный как L2 для трубопроводной трубы и насосно-компрессорной и обсадной трубы с круглой резьбой. Это теоретическая точка, от которой начинается угол конуса сбега резьбы.

3.10 наружная резьба: Резьба на наружной поверхности трубы.

3.11 угол рабочей поверхности: Угол между отдельными боковыми сторонами и перпендикуляром к оси резьбы, измеренный в осевой плоскости. Угол рабочей поверхности симметричной резьбы обычно называется половинным углом резьбы.

3.12 рабочая поверхность или сторона: Поверхность резьбы, которая соединяет вершину с канавкой.

3.13 полезная длина полной резьбы: Длина, измеренная параллельно оси резьбы от конца трубы до первой неполной нитки резьбы.

ПРИМЕЧАНИЕ Частичные нитки на фаске считаются находящимися в пределах длины полной резьбы.

3.14 свинченный вручную: Резьбовое соединение, которое было свинчено без помощи ключа или других механических приспособлений.

3.15 натяг стыковки вручную: Длина при ручном зацеплении от торца муфты до точки сбега резьбы для круглой резьбы обсадных и насосно-компрессорных труб и резьбы трубопроводных труб; и до основания треугольной или трапецевидной резьбы.

3.16 плотное регулирование: Достаточно плотное, чтобы муфту невозможно было снять, кроме как с помощью трубного ключа.

3.17 высота резьбы: Расстояние между канавкой и вершиной резьбы, измеренное нормально (перпендикулярно) к оси резьбы.

3.18 длина неполной резьбы: Трапецевидная резьба, расположенная ниже плоскости L7 (в стороне от концов трубы).

3.19 прилежащий угол: Угол между рабочими поверхностями ниток резьбы, измеренный в осевой плоскости.

3.20 внутренняя резьба: Резьба на внутренней поверхности муфты или трубы.

3.21 последняя зацепленная нитка: Последняя нитка резьбы на ниппельном конце, соприкасающаяся с соединительной резьбой (муфты).

3.22 последняя риска (точка сбега): Последнее видимое свидетельство непрерывной обработанной канавки, когда она прекращается или сбегает (трапецевидная резьба).

3.23 шаг: Расстояние от точки на резьбе до соответствующей точки на следующей нитке резьбы, измеренное параллельно оси резьбы. Допуски на шаг выражаются в терминах «на дюйм резьбы» или «совокупный», и погрешность шага следует определять соответственно. Для измерений интервала на длинах, отличных от 1 дюйма, наблюдаемое отклонение следует рассчитывать на основе «на дюйм». Для совокупных измерений наблюдаемые отклонения представляют собой совокупное отклонение.

3.24 ведущая или передняя рабочая поверхность (спускаемая сторона): Рабочая поверхность трубной резьбы, обращенная к ближнему открытому концу трубы. Рабочая поверхность резьбы муфты, обращенная к открытому концу муфты. Смотрите Рисунки с 3 по 7.

3.25 длина зацепления резьбы: Длина соприкосновения между двумя сопряженными частями, измененная по оси.

3.26 нагружаемая или напорная рабочая поверхность: Рабочая поверхность трубной резьбы, обращенная в сторону от открытого конца трубы. Рабочая поверхность резьбы муфты или муфтового конца трубы, обращенная в сторону от открытого конца муфты. Рабочая сторона под углом 3° на трапецевидной резьбе. (Рисунки с 3 по 7).

3.27 наружный конус: Воображаемый конус, который ограничивал бы вершину наружной конической резьбы или канавки внутренней конической резьбы.

3.28 наружный диаметр: Диаметр вершины наружной резьбы и диаметр канавки внутренней резьбы.

3.29 производитель: Как принято на всем протяжении данной рекомендованной практики, включает производителей труб, компании по обработке, нарезке резьбы и производителям муфт, укороченных труб и соединителей, что подходит.

3.30 можно: указывает, что условие необязательное.

3.31 заводской конец: Конец трубы, на который муфта надета на заводе. Называется также муфтовым концом беззамковой трубы.

3.32 малый конус: Воображаемый конус, который проходит над канавкой наружной резьбы и вершиной внутренней трубы.

3.33 малый диаметр: Диаметр канавки наружной резьбы и диаметр вершины внутренней резьбы.

3.34 длина полной резьбы: Последнее местоположение законченной нитки на наружной резьбе должно быть $L_4 - g$ для насосно-компрессорных и трубопроводных труб, L_7 для трапецевидной резьбы, и последняя риска (последняя канавка резьбы) – 0,500 дюйма для круглой резьбы обсадных труб. Последнее местоположение законченной нитки на внутренней резьбе – $J + 1p$, измеренное от физического центра муфты или от малого конца муфты для беззамковой насосно-компрессорной трубы.

3.35 ниппельный конец: Конец трубы с наружной резьбой без навинченной муфты.

3.36 шаг: Смотрите 3.23.

3.37 начальный (делительный) конус: Воображаемый конус, который проходит через профиль резьбы примерно в середине резьбы.

3.38 диаметр делительной окружности: На конусной резьбе диаметр делительной окружности в данном положении на оси резьбы является диаметром делительного конуса в этом положении. На трапецевидной резьбе он находится между большим и меньшим диаметром.

3.39 свинченный с механическим усилием: Резбовое соединение, которое полностью свинчено механическими средствами с помощью приводного ключа для труб или наверточной машины.

3.40 выемка: Раззенкованный участок на конце трубопроводной трубы и муфты с круглой резьбой обсадной и насосно-компрессорной трубы. Она облегчает посадку трубы в муфту.

3.41 правая резьба: Резьба, которая закручивается в убывающем направлении по часовой стрелке, если смотреть вдоль оси.

3.42 канавка: основание резьбы.

3.43 усечение канавки: Расстояние между острой канавкой (верхушка основания) и готовой канавкой.

3.44 сбег (трапецевидная резьба): Пересечение канавки резьбы и наружной поверхности резьбы.

3.45 следует: Используется для указания, что условие обязательное.

3.46 следовало бы: Используется для указания, что условие не обязательное, но рекомендуется в качестве хорошей практики.

3.47 натяг: Расстояние от торца муфты до точки сбег резьбы трубы на трубопроводной трубе и круглой резьбы обсадных и насосно-компрессорных труб; и от торца муфты до основания треугольника на трапецевидной резьбе.

3.48 конус: Для круглой резьбы и резьбы трубопроводных труб конус будет определяться как увеличение диаметра делительной окружности резьбы в дюймах на дюйм резьбы. Для трапецевидной резьбы конус определяется как изменение диаметра вдоль меньшего конуса наружной резьбы и основного (большого) конуса внутренней резьбы. На всех видах резьбы допуски на конус выражаются в «дюймах на дюйм резьбы», и отклонение конуса следует определять соответственно. Измерения производятся для конкретной интервальной длины, и наблюдаемое отклонение следует рассчитывать на основе дюймов на дюйм.

3.49 ось резьбы: Ось делительного конуса, продольная средняя линия через резьбу. В основной конструкции резьбы все измерения длины связаны с осью резьбы.

3.50 форма резьбы: Форма резьбы – это профиль резьбы в осевой плоскости на длине одного шага.

3.51 ниток на дюйм: Теоретическое число ниток на одной дюйме длины резьбы.

3.52 допуск: Допустимое отклонение от заданного значения.

3.53 момент: Сила, которая стремится вызвать вращение – сила, приводящая к свинчиванию резьбовых соединений.

4 Резьбовые соединения по API

Резьбовое соединение состоит из двух элементов: трубы или ниппельного элемента и муфты или муфтового элемента. Элемент с наружной резьбой называется трубой или ниппельным элементом. Элемент с внутренней резьбой называется муфтой или муфтовым элементом. Два ниппельных элемента соединяются между собой с помощью муфты, которая представляет собой короткий отрезок трубы, немного большего диаметра, чем труба, но с внутренней резьбой с каждого конца (Рисунок 2). Ниппели могут быть той же толщины, что и тело трубы (без высадки), или толще, чем тело трубы (с высадкой). Все обсадные и трубопроводные трубы с резьбой по API и муфтой (T&C) являются невысаженными.

Насосно-компрессорные трубы производятся либо без высадки, либо с высаженными наружу концами. Приблизительный наружный диаметр концов трубы равен диаметру тела трубы (Рисунок 2). Однако, наружный диаметр (OD) на высаженных концах больше, чем тело трубы (Рисунок 2). Безмуфтовые соединения насосно-компрессорных труб по API высажены с обоих концов.

Резьба, в применении к трубным соединениям, используется для механического удерживания двух отрезков трубы вместе, выровненных по оси. Резьба может потребоваться или нет в качестве сопротивления утечке.

Спецификации API на трубную продукцию охватывают четыре типа резьбы, а именно: резьба трубопроводных труб (Рисунок 3); круглая резьба (Рисунок 4); трапециевидная резьба (Рисунки 5 и 6) и Безмуфтовая резьба (Рисунок 7). Резьба трубопроводных труб, круглая и трапециевидная резьба должны совмещаться в свинченных узлах таким образом, чтобы с герметиком они препятствовали утечке через резьбу. Резьба в безмуфтовых обсадных трубах не предназначена для того, чтобы быть герметичной. Сопротивление безмуфтовых соединений утечке осуществляется с помощью плотного соединения "металл - металл" (Рисунок 7).

На резьбовых соединениях посадочная или передняя рабочая поверхность резьбы – это радиальная поверхность, обращенная к ближайшему концу трубы (Рисунки 3, 4, 5 и 7). Нагружаемая или задняя рабочая поверхность – это радиальная поверхность, обращенная к телу трубы. Верх и низ резьбы обозначаются как вершина и канавка, соответственно (Рисунки 3, 4, 5 и 7). На элементе трубы вершина имеет наибольший диаметр резьбы, а канавка имеет наименьший диаметр, в муфтовом элементе наибольший диаметр называется канавкой, а вершина имеет наименьший диаметр (Рисунки 3, 4, 5 и 7).

4.1 РЕЗЬБА ТРУБОПРОВОДНОЙ ТРУБЫ

Резьба – это резьба V-образного типа под углом 60° с прилежащим углом между рабочими сторонами, равным 60° (Рисунок 3). Вершины и канавки усечены на конус, параллельный уклону. Когда узел собран, зазор вершины и канавки должен быть 0,005 дюйма по радиусу. Эта полость может стать путем утечки, если не используется соответствующая многокомпонентная смазка резьбы. Посадочная и нагружаемая рабочие поверхности являются поверхностями, служащими опорой зацепления, если соединение свинчено правильно, и если эти рабочие поверхности не повреждены или не деформированы, они предотвратят течь от вершины к канавке (или наоборот). Если такая резьба свинчена с недостаточным зацеплением между ниппельным и муфтовым элементом, муфта (или муфтовый конец) не будет удерживать достаточную контактную нагрузку на резьбе рабочих поверхностей, чтобы противостоять высокому внутреннему давлению.

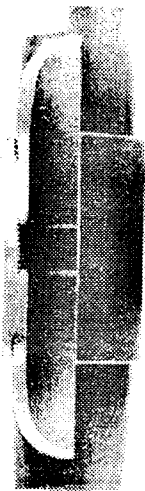


Рисунок 2 – Типовая трубная соединительная муфта

4.2 КРУГЛАЯ РЕЗЬБА НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ И ОБСАДНЫХ ТРУБ

Эта резьба по существу имеет такую же форму резьбы, что и применяемая на трубопроводных трубах, за исключением того, что вершины и канавки резьбы усечены с радиусом (Рисунок 4). Целью закругленной верхней части (вершин) и закругленной части (канавки) является: (а) усилить устойчивость резьбы к заеданию при свинчивании, (б) обеспечить регулируемый зазор между свинченной вершиной и канавкой резьбы для инородных частиц или загрязняющих веществ и (с) сделать вершины менее чувствительными к губительному разрушению из-за мелких рисок или вмятин.

Если во время свинчивания создается недостаточное зацепление, путь утечки в этом соединении может возникнуть через кольцевой зазор между сопряженными вершиной и канавками. Опять же, требуется соответствующая многокомпонентная смазка резьбы, чтобы обеспечить стойкость к утечке.

Зазор (по радиусу) между собранными вершиной и канавкой составляет приблизительно 0,003 дюйма, но в отличие от трубопроводных труб, зазор круглой резьбы имеет серповидную форму (Рисунок 4).

Поверхностные царапины, небольшие **вмятины** и неровности на поверхности резьбы иногда встречаются и могут не обязательно быть причиняющими ущерб. Из-за трудности в определении поверхностных царапин, небольших вмятин и поверхностных неровностей невозможно установить степень, до которой они оказывают воздействие на эксплуатационные качества резьбы. В качестве руководства для приемки наиболее критическим моментом является обеспечение того, чтобы не было явных выступов на резьбе, которые могут снять защитное покрытие на резьбе муфты или образовать зазубрины на сопряженных поверхностях. Косметический ремонт резьбовых поверхностей вручную допускается.

4.3 ОБСАДНАЯ ТРУБА С ТРАПЕЦИЕВИДНОЙ РЕЗЬБОЙ (С РЕЗЬБОЙ И МУФТАМИ)

Трапецевидная резьба предназначена для того, чтобы выдерживать высокое осевое растяжение или сжимающую нагрузку в дополнение к сопротивлению утечке.

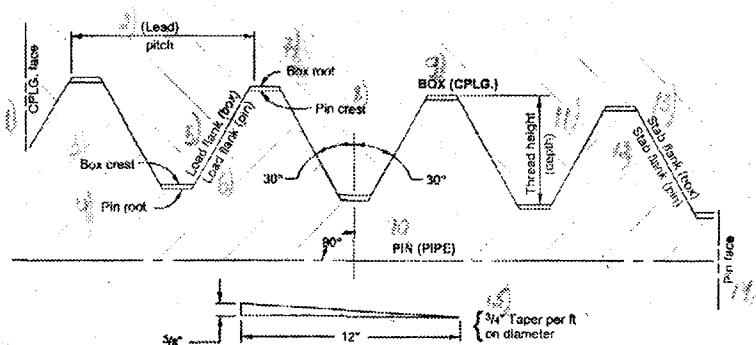
Для размеров с $4 \frac{1}{2}$ дюйма по $13 \frac{3}{8}$ дюйма (Рисунок 5) резьба составляет 5 шагов (шаг = 0,200 дюйма) на дюйм на $\frac{3}{4}$ -дюймовом уклоне на фут по диаметру. Посадочная боковая поверхность находится в 10° от радиальной, а нагружаемая поверхность в 3° от радиальной. Вершины и канавки конические и параллельны уклону. Радиус посадочной рабочей поверхности у вершины большой (0,030 дюйма R) по сравнению с радиусом нагрузочной рабочей поверхности у вершины (0,008 R). Это сделано для содействия заведению и вращению. Собранная резьба имеет посадку полной формы, что приводит к максимальному зазору резьбы вершина-канавка в 0,002 дюйма. Неотъемлемые отклонения машинной обработки при нарезании резьбы могут привести к тому, что резьба будет опираться на одну рабочую поверхность на одном конце резьбового элемента соединения и на противоположную рабочую поверхность резьбы на другом конце элемента. В любом случае, стойкость к утечке снова достигается с помощью соответствующей многокомпонентной смазки резьбы и/или вещества для покрытия резьбы. Стойкость к утечке регулируется надлежащей сборкой (зацеплением) только в пределах длины полной резьбы.

Канавка резьбы этого соединения сбегаает на непрерывном конусе к наружному диаметру тела трубы, а муфта (муфтовый элемент) входит в контакт с диаметром канавки неполной резьбы, которая тянется от последней полной нитки резьбы (на ниппельном конце) до точки сбегания или от последней неполной нитки резьбы на наружном диаметре трубы.

Нагружаемая рабочая поверхность в 3° оказывает сопротивление расцеплению при большой осевой растягивающей нагрузке, тогда как посадочная рабочая сторона оказывает сопротивление большой осевой нагрузке сжатия. Попытку ремонта путем ручной зачистки следует осуществлять с осторожностью и ограничиваясь небольшой частью длины полной резьбы. Выборочный ремонт участка неполной резьбы ниппельного конца не оказывает влияния на сдерживание утечки.

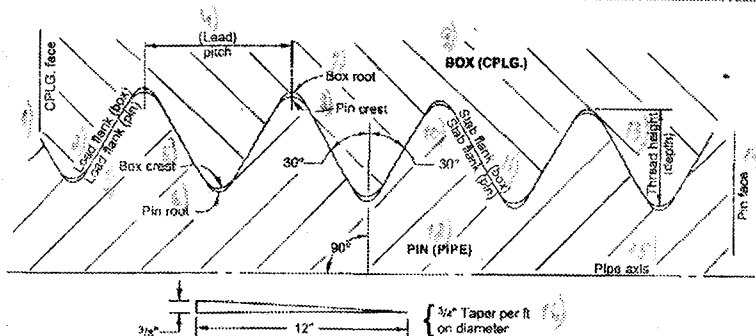
Трапецевидная резьба обсадных труб на размерах диаметром 16 дюймов и больше имеет пять ниток на дюйм на 1-дюймовом уклоне на фут на диаметре и имеет плоские вершины и канавки, параллельные оси трубы. Это сделано для содействия заведению и вращению обсадной трубы. Все остальные размеры и радиусы резьбы такие же, что и для размера $13 \frac{1}{8}$ дюйма и меньше.

Применение соответствующей многокомпонентной смазки резьбы и подходящего покрытия резьбы важно для обеспечения стойкости к утечке.



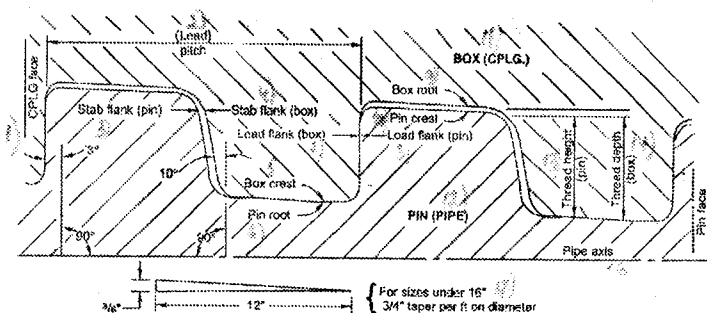
- | | |
|--|---|
| 1) торец муфты | 9) муфтовый конец (муфта) |
| 2) шаг | 10) ниппельный конец (труба) |
| 3) вершина муфты | 11) высота (глубина) резьбы |
| 4) канавка ниппеля | 12) посадочная рабочая поверхность (ниппель) |
| 5) нагружаемая рабочая поверхность (муфта) | 13) посадочная рабочая поверхность (муфта) |
| 6) нагружаемая рабочая поверхность (ниппель) | 14) торец ниппеля |
| 7) канавка муфты | 15) $\frac{3}{4}^\circ$ уклона на фут на диаметре |
| 8) вершина ниппеля | |

Рисунок 3 – Конфигурация резьбы трубопроводной трубы



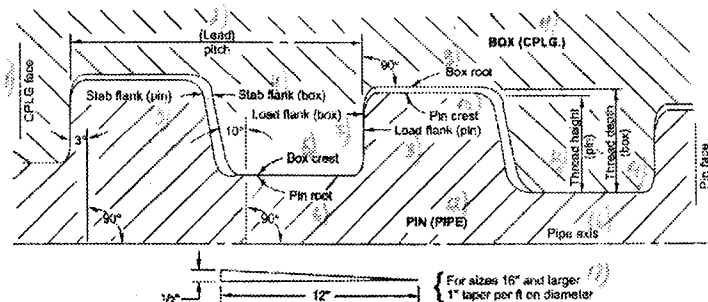
- | | |
|--|--|
| 1) торец муфты | 9) муфтовый конец (муфта) |
| 2) нагружаемая рабочая поверхность (муфта) | 10) посадочная рабочая поверхность (ниппель) |
| 3) нагружаемая рабочая поверхность (ниппель) | 11) посадочная рабочая поверхность (муфта) |
| 4) шаг | 12) ниппельный конец (труба) |
| 5) вершина муфты | 13) высота (глубина) резьбы |
| 6) канавка ниппеля | 14) торец ниппеля |
| 7) канавка муфты | 15) ось трубы |
| 8) вершина ниппеля | 16) 3/4" уклона на фут на диаметре |

Рисунок 4 – Конфигурация круглой резьбы обсадной и насосно-компрессорной трубы



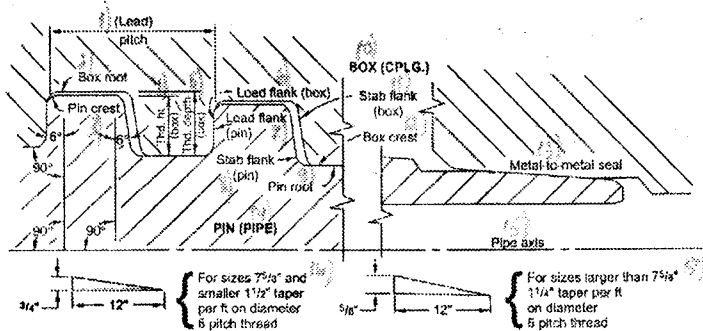
- | | |
|--|--------------------------------|
| 1) торец муфты | 10) вершина ниппеля |
| 2) шаг | 11) муфтовый конец (муфта) |
| 3) нагружаемая рабочая поверхность (ниппель) | 12) ниппельный конец (труба) |
| 4) нагружаемая рабочая поверхность (муфта) | 13) высота резьбы (ниппель) |
| 5) вершина муфты | 14) высота резьбы (муфта) |
| 6) канавка ниппеля | 15) торец ниппеля |
| 7) посадочная рабочая поверхность (муфта) | 16) ось трубы |
| 8) посадочная рабочая поверхность (ниппель) | 17) для размеров менее 16" |
| 9) канавка муфты | 3/4" уклона на фут на диаметре |

Рисунок 5 – Конфигурация трапециевидной резьбы обсадной трубы наружным диаметром 13 3/8 дюйма и меньше



- | | |
|--|------------------------------|
| 1) торс муфты | 10) вершина ниппеля |
| 2) шаг | 11) муфтовый конец (муфта) |
| 3) посадочная рабочая поверхность (ниппель) | 12) ниппельный конец (труба) |
| 4) посадочная рабочая поверхность (муфта) | 13) высота резьбы (ниппель) |
| 5) вершина муфты | 14) высота резьбы (муфта) |
| 6) канавка ниппеля | 15) торс ниппеля |
| 7) нагружаемая рабочая поверхность (муфта) | 16) ось трубы |
| 8) нагружаемая рабочая поверхность (ниппель) | 17) для размеров менее 16" |
| 9) канавка муфты | 1" уклона на фут на диаметре |

Рисунок 6 – Конфигурация трапецевидной резьбы обсадной трубы наружным диаметром 16 дюймов и больше



- | | |
|--|--|
| 1) шаг | 11) посадочная рабочая поверхность (муфта) |
| 2) канавка муфты | 12) вершина муфты |
| 3) вершина ниппеля | 13) уплотнение металл-металл |
| 4) высота резьбы (муфта) | 14) ниппельный конец (труба) |
| 5) высота резьбы (ниппель) | 15) ось трубы |
| 6) нагружаемая рабочая поверхность (муфта) | 16) для размеров 7 3/8 дюйма и меньше 1 1/2" |
| 7) нагружаемая рабочая поверхность (ниппель) | уклона на фут на диаметре в 6 шагов резьбы |
| 8) посадочная рабочая поверхность (ниппель) | 17) для размеров больше, чем 7 3/8 дюйма, 1 1/4" |
| 9) канавка ниппеля | уклона на фут на диаметре в 5 шагов резьбы |
| 10) муфтовый конец (муфта) | |

Рисунок 7 – Конфигурация резьбы безмуфтовой обсадной трубы

4.4 БЕЗМУФТОВАЯ РЕЗЬБА (С ВЫПОЛНЕННЫМ ЗАОДНО СОЕДИНЕНИЕМ)

В безмуфтовой обсадной трубе всех размеров используется модифицированная резьба трапециевидного типа с прилежащим углом 12° между посадочной и нагружаемой поверхностью, и все нитки имеют вершины и канавки плоские и параллельные оси трубы (Рисунок 7). Для размеров от 5 до $7\frac{1}{8}$ дюйма резьба имеет 6 шагов (шесть ниток на дюйм) на уклоне в $1\frac{1}{2}$ дюйма на фут на диаметре. Для размеров от $6\frac{3}{8}$ по $10\frac{1}{4}$ дюйма резьба пятишаговая (пять ниток на дюйм) на уклоне в $1\frac{1}{4}$ дюйма на фут на диаметре. Для всех размеров резьба не предназначена для сопротивления утечке, когда она свинчена. Резьба используется чисто как механическое средство для удержания соединительных элементов вместе во время осевого растяжения под нагрузкой. В соединении используются высаженные концы труб для ниппельного и муфтового концов, которые составляют единое целое с телом трубы. Сопротивление осевой сжимающей нагрузке оказывает, прежде всего, опора соединения на наружные заплечики при свинчивании.

Муфтовый (или внутренний) элемент резьбы сцепляется с резьбой ниппельным элементом путем взаимного нажима между вершинами муфтовой резьбы и канавками ниппельной резьбы. Вершины ниппельного конца и посадочные рабочие поверхности всех типов резьбы имеют радиальный зазор, колеблющийся от 0,005 до 0,009 дюйма между вершиной ниппельной резьбы и канавкой муфтовой резьбы и от 0,005 до 0,011 дюйма между сопряженными посадочными рабочими поверхностями. Поэтому нагружаемые рабочие поверхности и канавки ниппельной резьбы находятся в соприкосновении с вершинами муфтовой резьбы при свинчивании с контактной нагрузкой на опору.

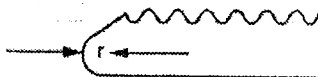
Стойкость к утечке достигается при свинчивании путем зацепления уплотнения металл-металл между поверхностью длинного, радиально изогнутого уплотнения на ниппельном элементе, входящего в зацепление с поверхностью конического metallического уплотнения муфтового соединения (Рисунок 7).

Многокомпонентная смазка резьбы не обязательно служит критическим веществом для обеспечения стойкости к утечке, а вместо этого используется, главным образом, как вещество против истирания и засаждения.

Вся резьба, включая нитки частичной глубины, являются функциональными в оказании сопротивления осевой растягивающей нагрузке. Поэтому избирательный ремонт небольших повреждений резьбы можно выполнять только без неблагоприятного воздействия на сопротивление соединения утечке. Не рекомендуется ручная зачистка или ремонт уплотнительных поверхностей.

4.5 ЗАКРУГЛЕННАЯ КРОМКА

Вместо обычных завалов кромки на резьбовых концах насосно-компрессорной трубы может поставяться производителем или оговариваться покупателем «закругленный» конец или конец с «пулевидной кромкой». Модифицированный конец должен быть закруглен, чтобы обеспечить возможность для покрытия, и радиус сопряжения должен быть гладким, без острых углов, заусенцев или расщепов на поверхности внутренней и наружной фаски. Для иллюстрации и по размерам смотрите следующий рисунок. Общеизвестно, что упомянутые выше размеры являются рекомендованными значениями, а не подлежат измерению для определения приемлемости продукции или признания ее негодной.



Размер	Радиус, r, в дюймах (Смотрите Примечание 1)
2 ³ / ₈	³ / ₃₂
2 ⁷ / ₈	³ / ₃₂
3 ¹ / ₂	¹ / ₈
4	¹ / ₈
4 ¹ / ₂	¹ / ₈

Примечания:

1. Эти размеры приводятся только для справки и не подлежат измерению для определения приемлемости продукции.
2. За деталями обратитесь к API Spec 5B.

5 Визуальный контроль резьбы

5.1 ВИЗУАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ РЕЗЬБЫ (ВКР)

Визуальный контроль резьбы является процедурой обнаружения изъянов резьбы без помощи магнитных частиц или иных резьбовых калибров, чем резьбовое лекало. Этот контроль применяется к открытой круглой резьбе на обсадных и насосно-компрессорных трубах, и открытой трапецевидной резьбе на обсадных трубах. С помощью этого контроля определяются видимые производственные дефекты или механическое повреждение резьбы.

Примечание: Безмуфтовая резьба исключается из этой методики контроля. По безмуфтовой резьбе обратитесь к API Spec 5B.

5.1.1 Инструментальные средства оценки

Несмотря на то, что изъяны можно обнаружить визуально во время проведения этого контроля, можно использовать другие инструменты для оценки величины обнаруженных изъянов:

5.1.1.1 Стальная масштабная линейка для определения точности участка L_c на ниппельной резьбе и длины полной резьбы на внутренней резьбе.

5.1.1.2 Зеркало для контроля нагружаемых рабочих поверхностей и канавок и внутренней резьбы.

5.1.1.3 Яркое освещение, дающее 100 световых единиц на контролируемой поверхности при контроле внутренней резьбы.

5.1.1.4 Профильное лекало, инструмент для определения погрешностей профиля резьбы.

5.1.1.5 Гибкая стальная мерная лента для измерения круговой длины резьбы с неполными или черными вершинами на трапециевидной резьбе.

5.1.1.6 Кроме того, должны быть в наличии на месте экземпляр последнего издания API Spec 5B и данной Рекомендованной практики.

5.1.2 Ремонт резьбы

Ремонт резьбы не является частью данного контроля. Можно выполнять косметический (незначительный) ремонт резьбы.

5.1.3 Протекторы резьбы

Снимите протекторы резьбы и сложите их в стороне так, чтобы они не мешали работе. С этого этапа до того, пока протекторы не будут установлены на место, следует позаботиться о том, чтобы гарантировать, что две трубы не будут биться друг о друга и повреждать незащищенную резьбу. Трубу ни в коем случае нельзя загружать, разгружать или перемещать на другой стенд без установленных протекторов резьбы. Никогда не оставляйте резьбу незащищенной от влаги или конденсата на ночь. Рекомендуется применение легкого замедлителя коррозии.

Примечание: Мартенситные хромистые стали (9 Cr, Spec 5CT, Группа 2) чувствительны к коррозионному истиранию. Могут потребоваться специальные меры для обработки поверхности резьбы и/или смазка, чтобы уменьшить коррозионное истирание.

5.1.4 Очистка

Тщательно очистите всю открытую резьбу. Убедитесь, что на резьбе не осталось никакой многокомпонентной смазки, грязи или очищающего материала.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Растворители и другие чистящие вещества могут содержать опасный материал. Растворители являются обычно летучими веществами и могут повышать давление в контейнерах. При работе с продуктами этого типа следует прочитать спецификацию по безопасности материала и соблюдать правила техники безопасности. Следует обратить внимание на хранение, перевозку, использование и утилизацию излишка материала и тары. Соблюдайте соответствующие правила, касающиеся утилизации использованных растворителей и образовавшихся отходов.

5.1.5 Участки контроля круглой и трапецевидной резьбы

5.1.5.1 Определите длину L_c резьбы ниппельного конца.

Примечание: Внутренняя резьба не имеет участка L_c . Всю резьбу в пределах интервала от раззенкованной части до плоскости, расположенной на расстоянии J плюс одна нитка резьбы от середины муфты или меньшего конца соединительного замка, представляющего одно целое с трубой, следует контролировать согласно требованиям к участку L_c . Этот участок определяется как длина полной внутренней резьбы (PTL).

5.1.5.2 Классификация резьбы зависит от местоположения изъяна. Изъяны, расположенные на участке L_c наружной резьбы или PTL внутренней резьбы имеют иной критерий для приемки и браковки, чем изъяны за пределами этих участков. Могут потребоваться замеры, чтобы определить, находятся ли изъяны на L_c или муфте PTL.

5.1.6 Контроль резьбы

При осмотре резьбы медленно поворачивайте отдельные трубы, по крайней мере, на один полный оборот.

5.1.6.1 Наружная резьба

Проверьте на наличие изъянов на торце, фаске, участке L_c и не L_c . Можно приложить профильное лекало к резьбе, чтобы выявить погрешности машинной обработки.

5.1.6.2 Внутренняя резьба

Проверьте на наличие изъянов раззенкованную часть, PTL и участок резьбы за пределами PTL. Канавки уплотнительного кольца следует проверить на заусенцы, фитильки и обрывки, которые выбиваются или могут выбиться с каждой стороны канавки. Профильное лекало можно накладывать на резьбу для выявления погрешностей машинной обработки. При наложении профильного лекала следует быть осторожными, чтобы избежать повреждения покрытия резьбы. Если профильное лекало перекрывает канавку кольца, металл, перемещенный при обточке канавки, может дать ложные показания погрешности машинной обработки резьбы.

5.1.6.3 Подтверждение

Обследование зачисткой или заточкой напильников для определения глубины изъяна не допускается на участке L_c наружной резьбы или на всей длине внутренней резьбы.

5.1.7 Категории изъянов

Типы изъянов, которые могут привести к браковке резьбы, перечислены в пунктах с 5.1.7.1 по 5.1.7.4.

5.1.7.1 Изъяны резьбового участка

- a. Прожоги электродом.
- b. Несплошная резьба.
- c. Заусенцы.
- d. Пропилы.
- e. Дрожание резьбы.
- f. Трещины.
- g. Забоины.
- h. Вмятины.
- i. Задиры.
- j. Сминания.
- k. Притиры.
- l. Повреждения из-за неправильного обращения.
- m. Неправильная форма резьбы.
- n. Неправильная высота резьбы.
- o. Нахлест.
- p. Узкая резьба (обрезанная резьба).
- q. Раковины.
- r. Плены.
- s. Выступ или ступеньки.
- t. Утолщенная резьба.
- u. Резьба, не простирающаяся до середины муфты (резьба в пределах участка J может не быть завершенной)
- v. Резьба с неполными вершинами (включая черную резьбу).
- w. Следы обработки.
- x. Рваная резьба (рванина).
- y. Волнистая или пьяная резьба.
- z. Фитильки.
- aa. Изъяны, помимо перечисленных выше, которые нарушают непрерывность резьбы.

Примечание: Резьба, которая не имеет полных вершин, исторически была и продолжает называться «черной резьбой», поскольку исходная прокатная поверхность не была удалена. Черная резьба является полезным описательным термином; однако, следует отметить, что может существовать резьба без полных вершин, которая может не являться черной.

5.1.7.2 Изъяны области фаски

5.1.7.2.1 Область фаски (общепринятая)

- a. Нет 360° .
- b. Резьба сбегает на торец.
- c. Острый край.
- d. Клинообразный край.
- e. Заусенцы.

- f. Ложное начало резьбы, вступающее в зацепление с фактическим началом резьбы.
- g. Сминания.
- h. Надпилы.

Примечание: Не требуется, чтобы поверхность фаски была идеально гладкой. Фаски на концах трубы не влияют на уплотнительную способность резьбы.

5.1.7.2.2 Закругленный или пулевидный конец для насосно-компрессорных труб

- a. Радиус перехода не плавный.
- b. Острые углы.
- c. Заусенцы.
- d. Расщепы.
- e. Ложное начало резьбы, вступающее в зацепление с фактическим началом резьбы.
- f. Сминания.
- g. Надпилы.

5.1.7.3 Изъяны конца трубы

- a. Заусенцы.
- b. Задиры.
- c. Забоины/Сминания.

5.1.7.4 Изъяны торца муфты и раззенкованной части

- a. Следы обработки.
- b. Сминания.
- c. Заусенцы.
- d. Прожоги электродом.

5.2 МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ОБНАРУЖЕННЫХ ВИЗУАЛЬНО ИЗЪЯНОВ РЕЗЬБЫ

Следует проявлять здравое суждение и осмотрительность при исследовании открытой резьбы на трубопроводных, обсадных и насосно-компрессорных трубах. Некоторые поверхностные отклонения от нормы не повлияют на прочность соединения или на характеристики герметичного уплотнения, если они не являются достаточно большими, чтобы функционировать как канал утечки. Помните, что вершины круглой резьбы не вступают в зацепление с канавками резьбы сопряженной детали. Поэтому незначительное дрожание, разрыва, надпилы или иные поверхностные неровности на вершине или канавке круглой резьбы не могут быть основанием для отбраковки.

5.2.1 Некоторая шероховатость поверхности может даже оказаться благоприятной для надлежащего свинчивания путем удерживания многокомпонентной смазки резьбы на месте, пока резьба вступает в зацепление во время свинчивания.

5.2.2 Поверхностные царапины, незначительные вмятины и неровности поверхности на резьбе иногда встречаются и не обязательно могут быть разрушительными. Вследствие трудности определения поверхностных царапин, незначительных вмятин и неровностей поверхности, и из-за степени, в которой они могут повлиять на характеристики резьбы, невозможно установить никакой всеобъемлющий отказ от таких изъянов. Рабочие поверхности резьбы на участке L_c круглой резьбы являются важнейшими уплотнительными элементами.

5.2.3 Небольшой (косметический) полевой ремонт резьбы и иные ремонты, указанные в 5.2, следует осуществлять только по согласованию между владельцем и бюро.

5.2.4 Прожоги электродом подлежат браковке везде на участках резьбы.

5.2.5 Для определения конкретных участков резьбы (например, L_c и PTL) обратитесь к Таблицам 1 и 2.

5.2.6 Критерий отбраковки в области, не входящей в L_c .

5.2.6.1 Раковины, плена, закаты, надпилы и другие изъяны подлежат отбраковке, если они проникают сквозь канавку резьбы, или если они превышают $12\frac{1}{2}\%$ заданной толщины стенки тела, измеренной от выступающей поверхности трубы, в зависимости от того, что больше.

5.2.6.2 Явные выступы на резьбе неприемлемы, если они могут снять защитные покрытия на муфтовой резьбе или образовывать царапины на сопряженных поверхностях.

5.2.7 Критерий отбраковки в области L_c .

5.2.7.1 Резьба не должна иметь никаких видимых изъянов, как перечисленные в 5.1.7.1, которые нарушают целостность ниток.

5.2.7.2 Явные выступы на резьбе неприемлемы, если они могут снять защитные покрытия на муфтовой резьбе или образовывать царапины на сопряженных поверхностях.

5.2.7.3 На круглой резьбе все нитки в пределах участка L_c должны иметь полные вершины, или они неприемлемы.

5.2.7.4 На трапецевидной резьбе обсадной трубы единичная нитка, демонстрирующая исходную наружную поверхность трубы более, чем на 25% поверхности, является основанием для отбраковки. Если имеется более двух ниток, демонстрирующих исходную наружную поверхность трубы, это также является основанием для отбраковки.

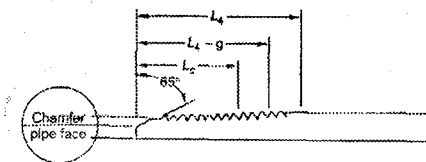
Таблица 1 — L_c ниппельного конца и PTL муфтового конца насосно-компрессорной трубы

Размер	Без высадки		С наружной высадкой		Безмуфтовое соединение	
	Ниппель L_c	Муфта PTL	Ниппель L_c	Муфта PTL	Ниппель L_c	Муфта PTL
1.050	0.300	0.994	0.300	1.025	.....	.....
1.315	0.300	1.025	0.350	1.150	0.225	1.025
1.660	0.350	1.150	0.475	1.275	0.350	1.150
1.900	0.475	1.275	0.538	1.338	0.475	1.275
2.063	—	—	—	—	0.538	1.338
2 $\frac{3}{8}$	0.725	1.525	0.938	1.813	.....	.....
2 $\frac{7}{8}$	1.163	1.963	1.125	2.000	.....	.....
3 $\frac{1}{2}$	1.413	2.213	1.375	2.250	.....	.....
4	1.375	2.250	1.500	2.375	.....	.....
4 $\frac{1}{2}$	1.563	2.438	1.625	2.500	.....	.....

Таблица 2 — L_c ниппельного конца и PTL муфтового конца насосно-компрессорной трубы

Размер	Норм. вес	С короткой резьбой и муфтой		С длинной резьбой и муфтой		Трапециевидная резьба	
		Ниппель L_c	Муфта PTL	Ниппель L_c	Муфта PTL	Ниппель L_c	Муфта PTL
4 $\frac{1}{2}$	9.50	0.875	2.500	.....	.....	.....	.....
4 $\frac{1}{2}$	Others	1.500	2.500	1.875	2.875	1.2535	3.7375
5	11.50	1.375	2.625	.....	.....	.....	.....
5	Others	1.625	2.625	2.250	3.250	1.3785	3.8625
5 $\frac{1}{2}$	All	1.750	2.750	2.375	3.375	1.4410	3.9250
6 $\frac{3}{8}$	All	2.000	3.000	2.750	3.750	1.6285	4.1125
7	17.00	1.350	3.000	.....	.....	.....	.....
7	Others	2.000	3.000	2.875	3.875	1.8160	4.3000
7 $\frac{5}{8}$	All	2.125	3.125	3.000	4.000	2.0035	4.4875
8 $\frac{3}{8}$	24.00	1.875	3.250	.....	.....	.....	.....
8 $\frac{3}{8}$	Others	2.250	3.250	3.375	4.375	2.1285	4.6125
9 $\frac{5}{8}$	All	2.250	3.250	3.625	4.625	2.1285	4.6125
10 $\frac{3}{4}$	32.75	1.625	3.375	.....	.....	.....	.....
10 $\frac{3}{4}$	Others	2.375	3.375	.....	.....	2.1285	4.6125
11 $\frac{3}{4}$	All	2.375	3.375	.....	.....	2.1285	4.6125
13 $\frac{3}{8}$	All	2.375	3.375	.....	.....	2.1285	4.6125
16	All	2.875	3.875	.....	.....	2.7245	4.6125
18 $\frac{3}{8}$	87.50	2.875	3.875	.....	.....	2.7245	4.6125
20	All	2.875	3.875	4.125	5.125	2.7245	4.6125

Примечание: Размеры не подлежат замеру для определения приемлемости или браковки продукции.



1) фаска торца трубы

Рисунок 8 – Параметры контроля наружной резьбы

5.2.7.5 Незначительное изъязвление и обесцвечивание резьбы также может встречаться и не обязательно может быть причиняющим ущерб. Вследствие трудности в определении изъязвления и обесцвечивания и степени, в которой они влияют на эксплуатационные качества резьбы, невозможно установить никакой всеобъемлющий отказ от таких изъянов. В качестве руководства по приемке, наиболее критическим вопросом является тот, что любые продукты коррозии, выступающие над поверхностью резьбы, должны удаляться, и чтобы не было никакого пути утечки. Заточка напильников или шлифовка для удаления раковин не допускается.

5.2.7.6 При полевом контроле. Горячее окрашивание на резьбе из-за термической резки для снятия муфт или протекторов может указывать на местное упрочнение резьбы. Это может стать причиной для отбраковки по согласованию между бюро и владельцем.

5.2.8 Критерий отбраковки в области фаски

5.2.8.1 Отсутствие фаски на наружном диаметре по всей окружности в 360° является причиной для отбраковки.

5.2.8.2 Канавка резьбы, которая сбегает на торец трубы (а не на фаску) или образует скошенный край, является причиной для отбраковки. Смотрите Рисунок 9.

5.2.8.3 Чрезмерная наружная фаска, которая образует ножевой (острый) край на торце трубы, является причиной для отбраковки. Смотрите Рисунок 10.

5.2.8.4 Заусенец в начале резьбы в пределах фаски не является причиной для отбраковки, если заусенец не болтающийся или не выдается в форму сопряженной резьбы. Заусенец следует удалить, если существует одна из этих возможностей.

5.2.8.5 Ложное начало резьбы не является причиной для отбраковки, если оно не простирается в фактическое начало резьбы. Прерванное начало резьбы не является основанием для отбраковки, но может указывать на перекося фаски или резьбы. Эти условия следует оценить.

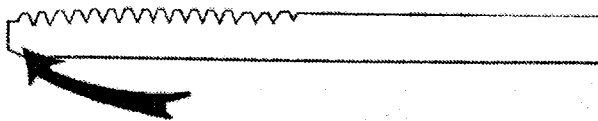


Рисунок 9 – Скошенный край (отсутствует фаска)

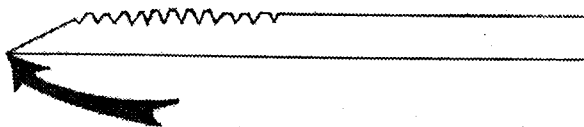


Рисунок 10 – Острый край (отсутствует торец)

5.2.8.6 Забоины или смятия, которые приводят к выходу размеров резьбы за допуск, являются причиной для отбраковки.

Примечание: резьбонарезные станки могут не выполнить равномерную резьбу на участке «J», поскольку они нарезают резьбу метчиком с каждой стороны с помощью многозубых резьбонарезных гребенок. Во время нарезки второй стороны ведущая сторона гребенки захватывает резьбу на участке «J» первой стороны, которая была нарезана.

5.2.9 Критерий отбраковки для концов трубы

5.2.9.1 Концы трубы с заусенцами, которые невозможно удалить зачисткой или опиловкой, следует браковать.

5.2.9.2 Забоины или смятия, которые приводят к выходу размеров резьбы за допуск, являются причиной для отбраковки.

5.2.10 Критерий отбраковки насосно-компрессорных труб с закругленным или пулевидным концом

5.2.10.1 Концы с острыми углами или резкими изменениями радиуса являются основанием для отбраковки.

5.2.10.2 По другим критериям отбраковки обратитесь к 5.2.12.

5.2.11 Критерий отбраковки по разным позициям

5.2.11.1 О других явных изъянах, которые не охвачены особо в предыдущих параграфах, будь-то на участке « L_c » или нет, которые могут быть вредными для свинчивания, прочности, уплотнительной способности резьбы, или могли бы привести к заеданию, следует сообщать владельцу.

5.2.12 Критерий отбраковки для участка PTL резьбы муфтового конца или муфты

Резьба на PTL имеет те же критерии отбраковки, что и участок L_c (смотрите 5.2.7). Участок PTL определяется в 5.1.5.

5.2.13 Критерий отбраковки для резьбы за пределами участка PTL резьбы муфтового конца или муфты

Резьба, которая не простирается до середины муфты или на расстояние L_4 плюс 0,500 дюйма от торца муфтового конца безмуфтового соединения, должна быть основанием для отбраковки. Резьба на этом участке не должна иметь полные вершины.

5.2.14 Критерий отбраковки для торца муфты или муфтового конца и раззенкованной части

5.2.14.1 Торцы с заусенцами, которые невозможно удалить зачисткой или ошпоровкой, следует браковать.

5.2.14.2 Забоины или смятия, которые приводят к уменьшению диаметра раззенкованной части или выходу размеров резьбы за допуск, являются причиной для отбраковки.

5.2.14.3 Следы обработки на раззенкованной части не являются причиной для отбраковки, но могут указывать на неправильный диаметр раззенкованной части, перекос раззенкованной части или резьбы. Эти условия следует оценить.

5.2.14.4 На трапецевидной резьбе канавки, которые начинаются на торце муфты или образуют скошенный край, являются причиной для отбраковки.

5.2.15 Критерий отбраковки для канавок уплотнительного кольца

Заусенцы, усики и фитильки, которые свободно болтаются или могут стать разболтаться и согнуться в резьбу, являются причиной для отбраковки, если их не удалить.

5.3 МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ НАВИНЧИВАНИЯ МУФТЫ

5.3.1 Трапецевидная резьба (батрес)

5.3.1.1 Положение треугольника

Проверьте положение треугольного штампа на ниппельном конце каждой секции обсадной трубы с трапецевидной резьбой. С помощью металлической масштабной линейки измерьте расстояние от ниппельного конца до основания треугольника, удерживая линейку параллельно продольной оси трубы. Если треугольник невозможно обнаружить или он находится в неверном положении (за пределами A_1 на $\pm 1/12$ дюйма), это будет причиной для отбраковки.

5.3.1.2 Навинчивание муфты

Определите расстояние $N - A_1$, где N – фактически измеренная длина муфты. Это номинальное положение конца ниппеля в муфте. Измерьте расстояние от конца муфты до конца ниппеля внутри муфты. Если измеренное расстояние отличается от номинального расстояния больше, чем на $+ 0,200$ дюйма ($+ 0,300$ для $13 \frac{3}{8}$ и меньше), или $- 0,375$ дюйма, *это условие следует сообщить владельцу*. Оно будет причиной для отбраковки.

5.3.2 Круглая резьба

5.3.2.1 Положение треугольника

Проверьте положение треугольного штампа на ниппельном конце каждой обсадной трубы с размером 16, $18 \frac{3}{8}$ и 20 дюймов с круглой резьбой. С помощью металлической масштабной линейки измерьте расстояние от ниппельного конца до основания треугольника. Держите линейку параллельно продольной оси трубы. Если треугольник невозможно обнаружить или он находится в неверном положении ($\pm 1/12$ дюйма), *это следует сообщить владельцу*. Основание треугольника поможет в поиске точки сбег для основного свинчивания с механическим усилием; однако, положение муфты относительно основания треугольника не должно быть основанием для приемки или браковки продукции.

5.3.2.2 Навинчивание муфты (Не API, не предусматривается как руководство)

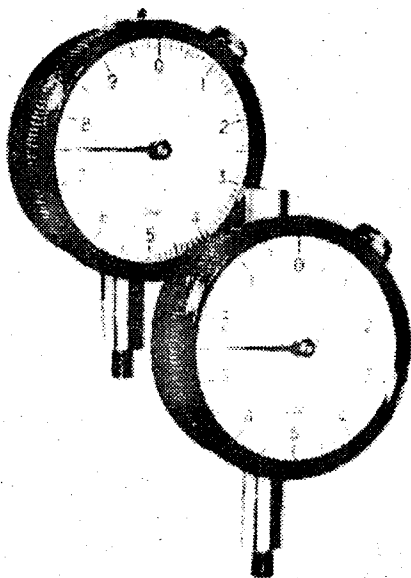
Для всех размеров, определите расстояние $N - L_4$, где N – фактически измеренная длина муфты. Это номинальное положение конца ниппеля в муфте. Измерьте расстояние от конца муфты до конца ниппеля внутри муфты. Если измеренное расстояние отличается от номинального расстояния больше, чем на $\pm 0,250$ дюйма, это условие следует сообщить владельцу.

6 Хранение приемочных калибров

6.1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Калибры, используемые для контроля трубной продукции, очень хрупкие и подвержены повреждению при неправильном обращении. Следует соблюдать исключительную осторожность и чистоту при хранении, обращении, поверке и использовании калибров резьбовых элементов.

Для контроля резьбы применяются два типа калибров: калибры с циферблатным индикатором и фиксированные калибры. Как предполагает название, калибры с циферблатной шкалой снабжены индикатором с круговой шкалой (Рисунок 11), который при размещении на резьбе должен снимать показания в пределах определенного диапазона, если элемент находится в пределах спецификации. Фиксированный калибр (Рисунок 12) является жестким калибром, который накручивается на резьбу. Резьба обработана надлежащим образом, если другие резьбовые элементы находятся в пределах спецификации и натяг фиксированного калибра находится в пределах спецификации.



В натуральную величину

Рисунок 11 – Калибры циферблатного типа

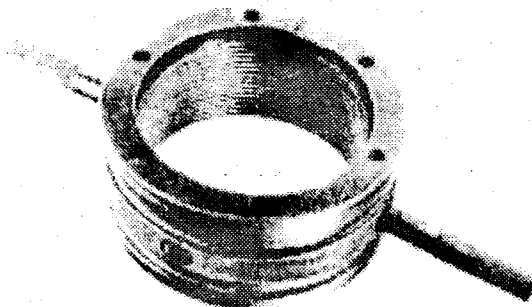


Рисунок 12 – Калибр фиксированного типа

6.2 ХРАНЕНИЕ

Все калибры должны храниться в подходящей коробке, снабженной мешочком с сухим влагопоглотителем (Рисунок 13). Поверхности калибра должны быть слегка смазаны машинным маслом перед хранением. На некоторых заводах калибры хранятся в стеклянных контейнерах, находящихся в помещениях с кондиционированием воздуха. Хранение калибров, применяемых для полевого контроля, требует упаковывания в ящик. Не вынимайте калибр из ящика до самого начала проверки (калибр с циферблатом) и/или применения (фиксированные калибры).

6.3 ОБРАЩЕНИЕ

Калибрами следует пользоваться в среде настолько чистой, насколько это возможно. До и после использования калибр следует вытереть насухо мягкой чистой тканью. Инородные вещества, попадающие в рабочие механизмы или царапающие поверхности калибра, приведут к быстрому срабатыванию калибра. Все контролируемые поверхности должны быть чистыми до посадки калибра на эту поверхность.

6.4 ПРИМЕНЕНИЕ

Резьба должна быть чистой, когда накладывается калибр. Температура калибра должна быть как можно более близкой к температуре контролируемого изделия для точности измерения. Осторожно поместите калибр на контролируемое изделие. Не оставляйте калибр на изделии без присмотра. Верните калибр на время в коробку и накройте ткань, если между операциями контроля должна выполняться работа.

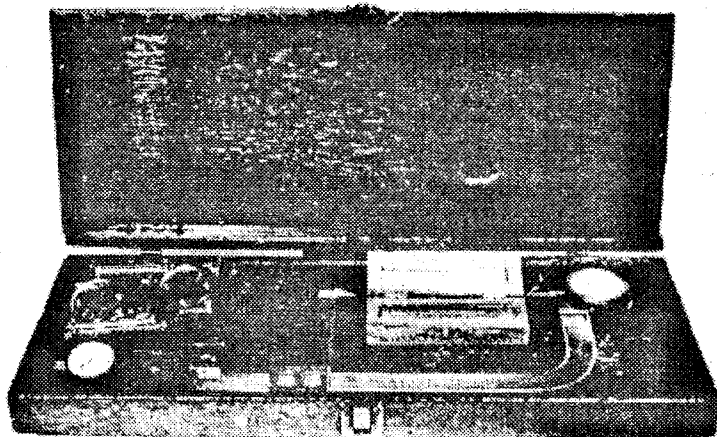


Рисунок 13 – Коробка для хранения калибра

7 Калибровка и поверка индикаторов с круговой шкалой и стационарных измерительных устройств

7.1 КАЛИБРОВКА

Калибровка – это процесс определения, точно ли работает индикатор с циферблатом, кольцевой калибр или калибр-пробка. Этот процесс включает определение точности индикаторов с циферблатом во всем диапазоне хода штока. В случае кольцевого калибра и калибра-пробки калибровка позволяет определить, не изменился ли натяг между рабочим калибром и эталонным калибром, или если изменение произошло, величину известного изменения.

Обычно калибровка не производится в полевых условиях или на инспекционном стенде, поскольку измерительное оборудование точное и подвержено ухудшению характеристик за пределами лабораторной среды. Подробности, соответственно, можно найти в API Spec 5B.

7.2 ПОВЕРКА

Поверка – это процесс определения, является ли циферблатный индикатор точным в показаниях по шкале, для которых он предназначен. Поверка калибра должна устанавливаться в начале каждой проверки, в первый раз, когда обнаруживается резьба, не соответствующая спецификации, или после контроля 25 изделий, в зависимости от того, что происходит раньше. Однако, если калибр уронили или ударили, калибр немедленно необходимо подвергнуть повторной калибровке.

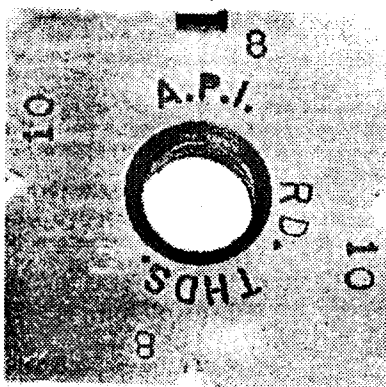


Рисунок 14 – Установочный эталон калибра глубины резьбы

8 Контроль резьбы

8.1 ВВЕДЕНИЕ

Контроль резьбовых соединений обеспечивает средства гарантии качества на предприятии производителя и в месте производства работ. Каждый тип резьбы контролируется подобными методами, но размеры отличаются. В данном разделе обсуждается применение каждого калибра для измерения точности резьбовых элементов.

Правильные пределы и/или допуски элементов резьбы опубликованы в последнем издании API Spec 5B. Все размеры, необходимые для правильного изменения резьбы по API, содержатся в настоящем издании.

Резьба по API калибруется от конца трубы или торца муфты, за исключением внутреннего конуса, который можно измерять от положения $J + 1r$ наружу к торцу. Точка сбег является последним видимым свидетельством непрерывной обработанной канавки резьбы, поскольку она заканчивается на круглой резьбе или резьбе трубопроводных труб или выходит на трапецевидную резьбу. Для круглой резьбы или резьбы трубопроводных труб расстояние от конца трубы до точки сбег известно как размер L_4 (Рисунок 15).

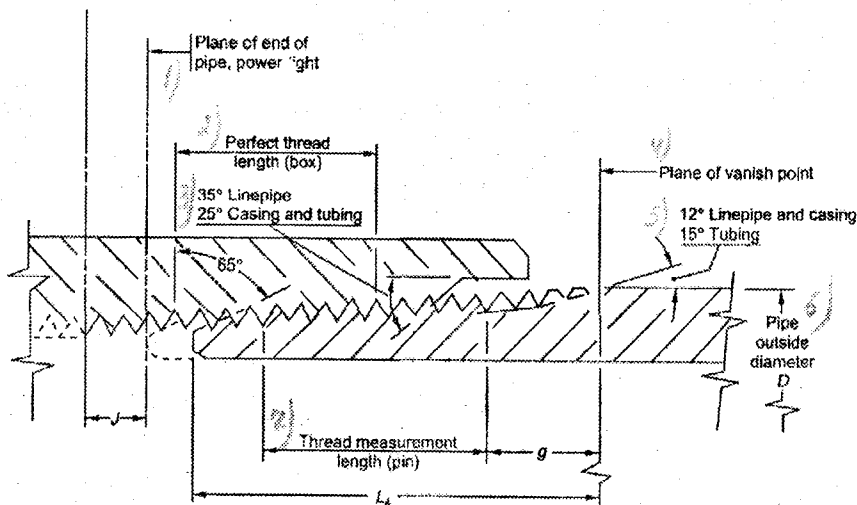
Контроль резьбовых соединений состоит из проверки размеров следующих элементов резьбы:

а. Круглая, трапецевидная резьба и резьба трубопроводных труб:

1. Длина резьбы (кроме трапецевидной резьбы).
2. Высота резьбы.
3. Шаг резьбы.
4. Конусность резьбы.
5. Натяг.
6. Сбег резьбы (только трапецевидная резьба).
7. Положение треугольника свинчивания, если применяется.
8. Длина L_c .

в. Резьба безмуфтовых соединений.

1. Высота резьбы.
2. Ширина резьбы.
3. Шаг резьбы.
4. Конусность резьбы.
5. Размер резьбы и уплотнения.
6. Замеры длины.



- | | |
|---|---|
| 1) Плоскость конца трубы. механическое свинчивание | 4) Плоскость точки сбега |
| 2) Длина завершенной резьбы (муфтовый конец) | 5) 12° Трубопроводная и обсадная труба
15° Насосно-компрессорная труба |
| 3) 35° Трубопроводная труба
25° Обсадная труба и НКТ | 6) Наружный диаметр трубы |
| | 7) Длина замера резьбы (нипельный конец) |

Рисунок 15 – Основные размеры резьбы трубопроводных труб и круглой резьбы обсадных и насосно-компрессорных труб (свинчивание вручную)

8.2 МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ

Трубу следует подготовить к контролю путем снятия протектора резьбы и очистки резьбы от смазки, грязи, окалины и другого инородного материала с помощью щетки и/или растворителя.

Рекомендуется провести продольную линию на резьбе ниппельного конца с помощью ручки с войлочным пишущим узлом, мела или мягкого карандаша. Эта линия должна проходить через последний след резца на обработанной поверхности для облегчения замеров длины (Рисунок 16). Разметьте интервалы контроля длиной 1 дюйм вдоль продольной линии, начиная с первой завершенной ниткой резьбы (ниппельный конец). Последний интервал контроля должен совпасть с последней завершенной ниткой резьбы, или следует предусмотреть перекрывающийся интервал. Перекрывающийся интервал обеспечивается, начиная у первой завершенной нитки резьбы и разметкой по направлению к концу ниппеля, пока новый интервал не перекроет ранее размеченный интервал (Рисунок 16). Для калибровки внутренней и наружной резьбы измерения следует выполнять у первой и последней завершенной нитки резьбы, где имеются нитки с полной вершиной, и продолжать с промежутками 1 дюйм для изделий с расстоянием между первой и последней нитками завершенной резьбы более 1 дюйма; /12 дюйма для изделий с расстоянием между первой и последней нитками завершенной резьбы от 1 до ½ дюйма и Промежутками, состоящими из 4 ниток для изделий, имеющих 11½ нитки на дюйм.

Подобную продольную линию следует провести на резьбе контролируемого муфтового конца или муфты. Разметьте интервалы контроля в 1 дюйм вдоль продольной линии, начиная с первой завершенной нитки у открытого муфтового конца или конца муфты. Отметки должны располагаться на расстоянии (а) пяти ниток от центра муфты обсадной или насосно-компрессорной трубы (8-витковая резьба); (b) шесть ниток для 10-витковой резьбы насосно-компрессорной трубы; (с) последней завершенной нитки резьбы от центра муфты (V-образная резьба) или (d) длины завершенной резьбы на муфте с трапецевидной резьбой.

8.3 КОНТРОЛЬ КРУГЛОЙ РЕЗЬБЫ

8.3.1 Полная длина резьбы

Полная длина резьбы, размер L_4 (Таблицы с 3 по 6), измеряется параллельно оси резьбы с конца трубы до точки сбегу следа резца на обработанной поверхности резьбы (Рисунок 17). Измерение производится с помощью металлической масштабной линейки или штангенциркуля.

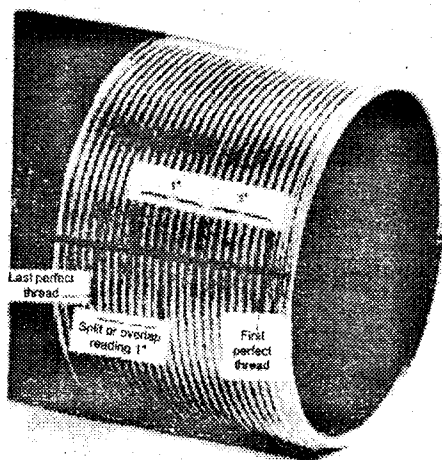
L_4 приемлема, если расстояние от конца трубы до плоскости сбегу (в точке, где наружный диаметр трубы максимальный) находится в пределах минусового допуска, как указано в Таблицах с 3 по 6; или расстояние от конца трубы до плоскости сбегу (где наружный диаметр трубы минимальный) находится в пределах плюсовых допусков Таблиц с 3 по 6 (Рисунок 17).

Длина муфты, L_L , является минимальной длиной (Таблицы с 3 по 6). Это измерение производится путем размещения стальной линейки или штангенциркуля продольно по наружной поверхности муфты.

Внутренняя часть муфты должна иметь углубление на каждом конце.

8.3.2 Высота резьбы

Высота (глубина) резьбы – это измерение расстояния от канавки резьбы до вершины резьбы перпендикулярно оси резьбы (Рисунок 4).



- 1) Последняя завершенная нитка резьбы
- 2) Снятие показаний с разбивкой или наложением 1"
- 3) Первая завершенная нитка резьбы

Рисунок 16 – Резьба ниппельного конца, на котором проведена продольная линия для облегчения контроля – Продольная линия на муфте проводится подобным образом

8.3.2.1 Измерительные калибры

Для круглой резьбы используются два типа калибров для измерения высоты резьбы: наружные/внутренние калибры (Рисунок 18) и внутренние калибры (Рисунок 19). На этих калибрах предусмотрены два типа циферблатных индикаторов: с уравновешенным циферблатом (Рисунок 18) и непрерывного считывания (Рисунок 19). Все калибры для круглой резьбы снабжены наконечниками с прилежащим углом 50° (Таблица 7). Соответственно, необходимо позаботиться о том, чтобы применять правильные наконечники для калибра. Рекомендованный радиус наконечника для обсадных и насосно-компрессорных труб составляет 0,006 дюйма (Таблица 7). Точность каждого типа калибров следует проверять с помощью установочных эталонов, подходящих для контролируемой продукции (Рисунок 20).

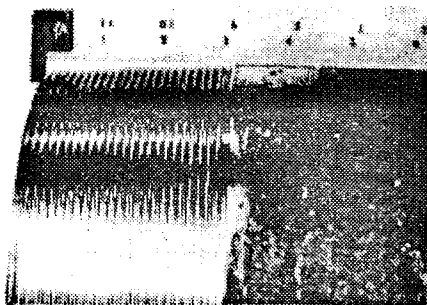


Рисунок 17 – Изображение масштабной линейки, правильно приложенной для определения полной длины резьбы

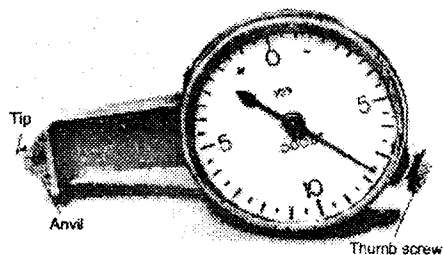


Рисунок 18 – Калибр с уравновешенным циферблатом для измерения высоты внутренней резьбы и всех типов наружной резьбы

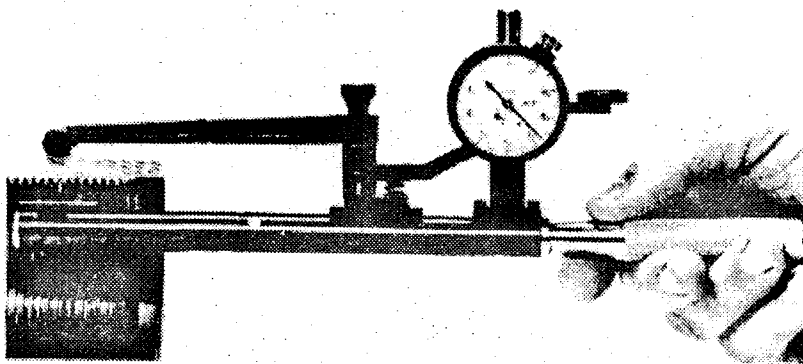


Рисунок 19 – Калибр высоты резьбы для внутренней резьбы диаметром 3 дюйма и меньше (непрерывного типа с циферблатом)

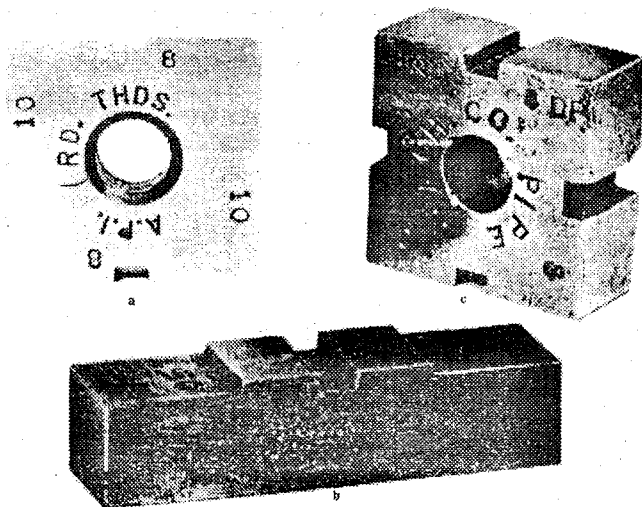


Рисунок 20 – Установочные эталоны для (а) резьбы круглого и V-образного типа по API, (b) трапециевидной резьбы безмуфтовых соединений и 16-дюймовой и больше и (c) установочный эталон в виде V-образного блока для контактной и точечной проверки.

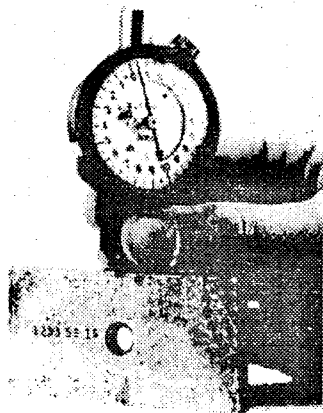


Рисунок 21 – Измеритель высоты, приложенный к установочному эталону (уравновешенного типа)

8.3.2.1.1 Тип калибра с уравновешенным циферблатом

Калибры с уравновешенным циферблатом устанавливают различие (погрешность) между глубиной надреза установочного эталона и высотой контролируемой резьбы. Циферблатный калибр уравновешенного типа отличается равными делениями «плюс» и «минус» с каждой стороны нуля на индикаторе с циферблатом (Рисунок 18). Точность калибра поверяется путем размещения калибра на установочном эталоне (Рисунок 20) с наконечником в пределах надреза в форме буквы U и соприкасающимся с основанием надреза (Рисунок 21). Циферблатный индикатор должен зарегистрировать ноль. Если это не происходит, то следует ослабить винт с накатанной головкой и поворачивать циферблат, пока индикатор не покажет ноль. Калибр следует проверить на установочном эталоне после затягивания винта с накатанной головкой. Кроме того, износ наконечника для круглой резьбы следует проверять прикладыванием калибра к V-образному блоку (Рисунки 20 и 22). Циферблатный индикатор должен показывать в пределах $\pm 0,0005$ дюйма от нуля, или наконечник необходимо заменить и снова проверить калибр.

8.3.2.1.2 Тип калибра с циферблатом непрерывного считывания

Калибр с циферблатом непрерывного считывания измеряет расстояние от вершины резьбы до канавки резьбы. Этот калибр отличается циферблатным индикатором непрерывного считывания (Рисунок 19). Точность калибра поверяется путем размещения калибра на установочном эталоне с наконечником в пределах надреза в форме буквы U и соприкасающимся с основанием надреза (Рисунок 23). Циферблатный индикатор должен зарегистрировать значение, соответствующее конфигурации контролируемой резьбы (Таблица 8).

Винт с накатанной головкой (Рисунок 21) следует ослабить и поворачивать циферблат до тех пор, пока индикатор не зарегистрирует значение, соответствующее конфигурации контролируемой резьбы (Таблица 8). Калибр следует снова проверить на установочном эталоне после затягивания винта с накатанной головкой. Кроме того, износ наконечника для круглой резьбы следует проверять прикладыванием калибра к V-образному блоку (Рисунки 20 и 22). Циферблатный индикатор должен показывать в пределах $\pm 0,0005$ дюйма от соответствующей глубины резьбы, т.е. 0,071 дюйма для 8-витковой и 0,056 дюйма для 10-витковой (Таблица 8).

Таблица 3 – Размеры короткой резьбы обсадных труб

1	2	3	4	5	6	7
Размер OD (дюйм)	Номин. вес (фунт/фут)	Полная длина резьбы L_4 (дюйм)	Допуск на длину резьбы (дюйм)	Мин. длина полной резьбы L_c (дюйм)	Мин. длина муфты N_L (дюйм)	Размер J (дюйм)
4 1/2	9.50	2.000 (2)	± 0.125	0.875 (28/32)	6 1/4	1.125
4 1/2	Others	2.625 (28/32)	± 0.125	1.500 (1 16/32)	6 1/4	0.500
5	11.50	2.500 (2 16/32)	± 0.125	1.375 (1 12/32)	6 1/2	0.750
5	Others	2.750 (2 24/32)	± 0.125	1.625 (1 20/32)	6 1/2	0.500
5 1/2	All	2.875 (2 28/32)	± 0.125	1.750 (1 24/32)	6 3/4	0.500
6 5/8	All	3.125 (3 1/32)	± 0.125	2.000 (2)	7 1/4	0.500
7	17.00	2.375 (2 12/32)	± 0.125	1.250 (1 8/32)	7 1/4	1.250
7	Others	3.125 (3 1/32)	± 0.125	2.000 (2)	7 1/4	0.500
7 5/8	All	3.250 (3 8/32)	± 0.125	2.125 (2 4/32)	7 1/2	0.500
8 5/8	24.00	3.000 (3)	± 0.125	1.875 (1 28/32)	7 3/4	0.875
8 5/8	Others	3.375 (3 12/32)	± 0.125	2.250 (2 8/32)	7 3/4	0.500
9 5/8	All	3.375 (3 12/32)	± 0.125	2.250 (2 8/32)	7 3/4	0.500
10 3/4	32.75	2.750 (2 24/32)	± 0.125	1.625 (1 20/32)	8	1.250
10 3/4	Others	3.500 (3 16/32)	± 0.125	2.375 (2 12/32)	8	0.500
11 3/4	All	3.500 (3 16/32)	± 0.125	2.375 (2 12/32)	8	0.500
13 3/8	All	3.500 (3 16/32)	± 0.125	2.375 (2 12/32)	8	0.500
16	All	4.000 (4)	± 0.125	2.875 (2 28/32)	9	0.500
18 5/8	87.50	4.000 (4)	± 0.125	2.875 (2 28/32)	9	0.500
20	All	4.000 (4)	± 0.125	2.875 (2 28/32)	9	0.500

Примечание: Цифры в скобках представляют приблизительные эквивалентные длины в дюймах и 32-х дюйма).

Таблица 4 – Размеры длинной резьбы обсадных труб

1	2	3	4	5	6
Размер OD (дюйм)	Полная длина резьбы L_4 (дюйм)	Допуск на длину резьбы (дюйм)	Мин. длина полной резьбы L_c (дюйм)	Мин. длина муфты N_L (дюйм)	Размер J (дюйм)
4 1/2	3.000 (3)	± 0.125 (4/32)	1.875 (1 28/32)	7	0.500
5	3.375 (3 12/32)	± 0.125 (4/32)	2.250 (2 8/32)	7 3/4	0.500
5 1/2	3.500 (3 16/32)	± 0.125 (4/32)	2.375 (2 12/32)	8	0.500
6 5/8	3.875 (3 28/32)	± 0.125 (4/32)	2.750 (2 24/32)	8 3/4	0.500
7	4.000 (4)	± 0.125 (4/32)	2.875 (2 28/32)	9	0.500
7 5/8	4.125 (4 4/32)	± 0.125 (4/32)	3.000 (3)	9 1/4	0.500
8 5/8	4.500 (4 16/32)	± 0.125 (4/32)	3.375 (3 12/32)	10	0.500
9 5/8	4.750 (4 24/32)	± 0.125 (4/32)	3.625 (3 20/32)	10 1/2	0.500
20	5.250 (5 8/32)	± 0.125 (4/32)	4.125 (4 4/32)	11 1/2	0.500

Примечание: Цифры в скобках представляют приблизительные эквивалентные длины в дюймах и 32-х дюйма.

Таблица 5 – Размеры резьбы невысаженных концов

1	2	3	4	5	6	7
Размер OD (дюйм)	Полная длина резьбы L_4 (дюйм)	Допуск на длину резьбы (дюйм)	Мин. длина полной резьбы L_c (дюйм)	Мин. длина муфты N_L (дюйм)	Размер J (дюйм)	$L_4 - g$
1.050	1.094 ($1\frac{3}{32}$)	± 0.150 ($\frac{3}{32}$)	0.300 ($\frac{10}{32}$)	$3\frac{3}{16}$	0.500	0.594
1.315	1.125 ($1\frac{1}{4}$)	± 0.150 ($\frac{3}{32}$)	0.300 ($\frac{10}{32}$)	$3\frac{1}{4}$	0.500	0.625
1.660	1.250 ($1\frac{1}{2}$)	± 0.150 ($\frac{3}{32}$)	0.350 ($\frac{11}{32}$)	$3\frac{1}{2}$	0.500	0.750
1.900	1.375 ($1\frac{13}{32}$)	± 0.150 ($\frac{3}{32}$)	0.475 ($\frac{15}{32}$)	$3\frac{3}{4}$	0.500	0.875
$2\frac{3}{8}$	1.625 ($1\frac{30}{32}$)	± 0.150 ($\frac{3}{32}$)	0.725 ($\frac{23}{32}$)	$4\frac{1}{4}$	0.500	1.125
$2\frac{7}{8}$	2.063 ($2\frac{2}{32}$)	± 0.150 ($\frac{3}{32}$)	1.163 ($\frac{15}{32}$)	$5\frac{1}{8}$	0.500	1.563
$3\frac{1}{2}$	2.313 ($2\frac{10}{32}$)	± 0.150 ($\frac{3}{32}$)	1.413 ($\frac{113}{32}$)	$5\frac{5}{8}$	0.500	1.813
4	2.375 ($2\frac{12}{32}$)	± 0.125 ($\frac{4}{32}$)	1.375 ($1\frac{12}{32}$)	$5\frac{3}{4}$	0.500	1.875
$4\frac{1}{2}$	2.563 ($2\frac{18}{32}$)	± 0.125 ($\frac{4}{32}$)	1.563 ($1\frac{18}{32}$)	$6\frac{1}{8}$	0.500	2.063

Примечание: Цифры в скобках представляют приблизительные эквивалентные длины в дюймах и 32-х дюйма.

Таблица 6 – Размеры резьбы насосно-компрессорных труб с высаженными наружу концами

1	2	3	4	5	6	7
Размер OD (дюйм)	Полная длина резьбы L_4 (дюйм)	Допуск на длину резьбы (дюйм)	Мин. длина полной резьбы L_c (дюйм)	Мин. длина муфты N_L (дюйм)	Размер J (дюйм)	$L_4 - g$
1.050	1.125 ($1\frac{1}{32}$)	$+ 0.150$ ($\frac{3}{32}$) $- 0.075$ ($\frac{4}{32}$)	0.300 ($\frac{10}{32}$)	$3\frac{1}{4}$	0.500	0.625
1.315	1.250 ($1\frac{1}{32}$)	$+ 0.150$ ($\frac{3}{32}$) $- 0.075$ ($\frac{4}{32}$)	0.350 ($\frac{11}{32}$)	$3\frac{1}{2}$	0.500	0.750
1.660	1.375 ($1\frac{17}{32}$)	$+ 0.150$ ($\frac{3}{32}$) $- 0.075$ ($\frac{4}{32}$)	0.475 ($\frac{15}{32}$)	$3\frac{3}{4}$	0.500	0.875
1.900	1.438 ($1\frac{14}{32}$)	$+ 0.150$ ($\frac{3}{32}$) $- 0.075$ ($\frac{4}{32}$)	0.538 ($\frac{17}{32}$)	$3\frac{7}{8}$	0.500	0.938
$2\frac{3}{8}$	1.938 ($1\frac{30}{32}$)	± 0.125 ($\frac{4}{32}$)	0.938 ($\frac{30}{32}$)	$4\frac{7}{8}$	0.500	1.438
$2\frac{7}{8}$	2.125 ($2\frac{1}{32}$)	± 0.125 ($\frac{4}{32}$)	1.125 ($\frac{14}{32}$)	$5\frac{1}{4}$	0.500	1.625
$3\frac{1}{2}$	2.375 ($2\frac{12}{32}$)	± 0.125 ($\frac{4}{32}$)	1.375 ($\frac{112}{32}$)	$5\frac{3}{4}$	0.500	1.875
4	2.500 ($2\frac{16}{32}$)	± 0.125 ($\frac{4}{32}$)	1.500 ($\frac{116}{32}$)	6	0.500	2.000
$4\frac{1}{2}$	2.625 ($2\frac{20}{32}$)	± 0.125 ($\frac{4}{32}$)	1.625 ($\frac{120}{32}$)	$6\frac{1}{4}$	0.500	2.125

Примечание: Цифры в скобках представляют приблизительные эквивалентные длины в дюймах и 32-х дюйма.

Таблица 7 – Рекомендованные размеры наконечника калибра высоты резьбы

1 Форма резьбы	2	3 Размеры наконечника (дюйм)		4
	Длина	Больший радиус	Меньший радиус	
Обсадные трубы и НКТ (круглая резьба)	-	-	-	0.006
Трубопроводная труба	0.125	0.062	-	0.002
Безмуфтовая труба (от 5" до 7 $\frac{5}{8}$ ")	0.125	0.079	-	0.050
Безмуфтовая труба (от 8 $\frac{5}{8}$ " до 10 $\frac{3}{4}$ ")	-	-	-	0.050

Таблица 8 – Глубина резьбы для различных форм резьбы

1	2
Форма резьбы	Номинальное показание (дюйм)
Обсадные трубы и НКТ (8-витковая)	0,071
НКТ (10-витковая)	0,056
Трубопроводная труба (27 V)	0,028
Трубопроводная труба (18 V)	0,042
Трубопроводная труба (14 V)	0,054
Трубопроводная труба (11½ V)	0,066
Трубопроводная труба (8 V)	0,095
Трапецевидная	0,062
Безмуфтовая	
(от 5" до 7½") муфтовый конец	0,061
(от 5" до 7½") ниппельный конец	0,054
(от 8½" до 10¾") муфтовый конец	0,081
(от 8½" до 10¾") ниппельный конец	0,074

8.3.2.2 Наложение калибра на изделие

Точность определения высоты резьбы зависит от наковальни, опирающейся на верхнюю часть резьбы с полной вершиной. Первые несколько ниток слегка усечены (Рисунок 15) фаской конца трубы. Величина усечения зависит от диаметров трубы и фаски и градуса фаски. Следует позаботиться о том, чтобы произвести замер высоты резьбы в точке, расположенной не ближе к концу трубы, чем место, в котором имеются нитки с полной вершиной по обеим сторонам канавки резьбы для опоры наковальни.

Место последней завершенной нитки на наружной резьбе должно быть $L_4 - g$ для насосно-компрессорной трубы и последняя риска (последняя выемка резьбы), - 0,500 дюйма, для круглой резьбы обсадной трубы. Для обсадных труб расстояние от конца трубы до последней завершенной нитки называется длиной контроля элемента резьбы или TECL. Место последней завершенной нитки на внутренней резьбе находится в $J + 1p$, измеренной от физического центра муфты и от меньшего края муфтового конца для беззамковой насосно-компрессорной трубы.

Поместите наконечник калибра высоты резьбы (Рисунок 24) в канавку резьбы и наковальню калибра, опирающуюся на верхнюю часть резьбы с полными вершинами. Наковальня должна удерживаться в тесном контакте с вершинами резьбы. Калибр следует выровнять с осью резьбы покачиванием калибра вокруг продольной оси наковальни (Рисунок 24). Высота резьбы показана правильно, когда циферблатный индикатор прекращает перемещаться рядом с центром покачивающего движения, нулевая точка.

Циферблатный индикатор показывает фактическую высоту резьбы (Таблица 8) в нулевой точке, если используется циферблатный калибр непрерывного считывания (Рисунок 24), или циферблатный индикатор показывает погрешность в высоте резьбы в нулевой точке, если используется циферблатный индикатор уравновешенного типа (Рисунок 25). Максимальная допустимая погрешность высоты резьбы составляет от +0,002 дюйма до -0,004 дюйма.

Проверку высоты резьбы следует выполнять на первой и последней нитке резьбы с полной вершиной в пределах завершенных ниток резьбы и с интервалами, как указано в разделе 8.2 (Рисунок 16). В целях контроля резьба муфты с полными вершинами тянется от первой завершенной нитки до длины $J + 1p$ (пятая нитка и шестая нитка от центра муфты для 8-витковой и 10-витковой резьбы, соответственно, или малый муфтовый конец для беззамковой насосно-компрессорной трубы) (Рисунок 15). Плотно прижмите наковальню калибра высоты резьбы к резьбе с полными вершинами. Следует принять меры предосторожности, прилагая усилие, чтобы получить точные измерения высоты первой и последней завершенных ниток, поскольку наковальня может опираться на нитки с неполными вершинами.

8.3.3 Шаг

Шаг – это расстояние от точки на резьбе до соответствующей точки на следующем витке резьбы, измеренное параллельно оси резьбы. Это расстояние небольшое. Следовательно, требуемая точность была бы излишней, если бы шаг определялся от нитки до нитки. Соответственно, шаг обычно измеряется на 1-дюймовых интервалах. Совокупный шаг измеряется на $L_4 - g$ нитках с вершинами от конца трубы. В измерение совокупного шага следует включать только завершенные (с полными вершинами) нитки. Резьбу следует снабдить продольной линией, разделенной на промежутки в 1 дюйм ($\frac{1}{2}$ дюйма), как указывалось в Методике контроля (8.2 и Рисунок 16). Для калибровки наружной или внутренней резьбы измерения шага следует проводить, начиная с первой или последней завершенной нитки, и продолжать либо с интервалом в 1 дюйм для изделий, имеющих расстояние между первой и последней завершенными нитками больше, чем 1 дюйм; либо с интервалами $\frac{1}{2}$ дюйма для изделий, имеющих расстояние между первой и последней завершенными нитками от $\frac{1}{2}$ дюйма до 1 дюйма, и с интервалами, состоящими из 4 ниток для изделий, имеющих 11½ ниток на дюйм. Калибровка совокупного шага на наружной и внутренней резьбе должна измеряться на промежутке (между первой и последней завершенными нитками), который имеет длину, равную наибольшей кратной $\frac{1}{2}$ дюйма для каждого четного числа ниток на дюйм, или 1 дюйм для нечетного числа ниток резьбы на дюйм.

8.3.3.1 Калибры

Имеется несколько типов калибров (Рисунок 26).

Точность калибра следует проверять приложением калибра к установочному эталону шага (Рисунок 27).

Перед регулировкой калибра шага следует проверить микрометром диаметр наконечника. Рекомендованные размеры наконечников для 8- и 10-витковой резьбы приводятся в Таблице 9. Наконечники с допуском больше, чем $\pm 0,002$ дюйма, следует заменить.

Предоставляются два наконечника – фиксированный наконечник и подвижный наконечник (Рисунок 26).

8.3.3.2 Регулировка калибра

Калибр шага покажет нуль, когда его прикладывают к установочному эталону (Рисунок 27). Регулировка необходима, если калибр не показывает нуль. Калибр необходимо снять с эталона и снова приложить к эталону, чтобы подтвердить правильность регулировки. Установочный эталон предусмотрен с интервалами от 1/2 дюйма до 4 дюймов максимально. Это позволяет осуществить контроль погрешности совокупного шага.

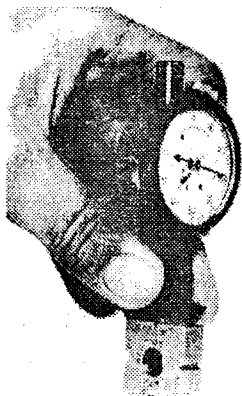


Рисунок 22 – Калибр высоты с непрерывным циферблатом калибр, приложенный к V-образному блоку

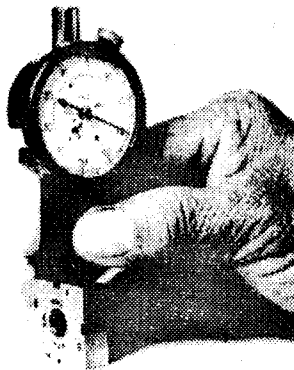


Рисунок 23 – Непрерывный циферблатный калибр высоты, приложенный к установочному эталону



Рисунок 24 – Калибр высоты наружной/внутренней резьбы, приложенный к резьбе (Дуговые линии показывают направление качательного движения)

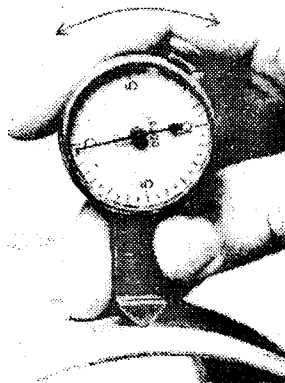


Рисунок 25 – Калибр с уравновешенным циферблатом, приложенный к резьбе и показывающий небольшую погрешность в высоте резьбы

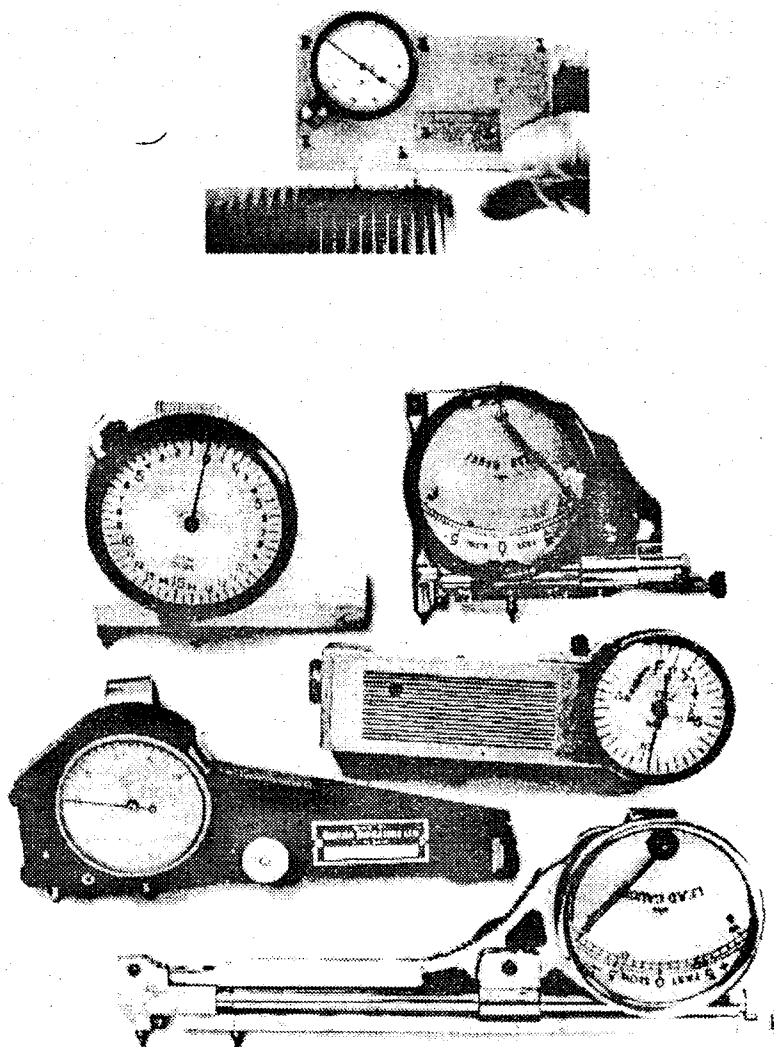


Рисунок 26 – Калибры шага

Таблица 9 — Рекомендованные размеры наконечника для калибров шага

1	2	3
Ниток на дюйм	Форма резьбы	Диаметр наконечника (дюйм)
8	Круглая	0,071
8	Трубопроводной трубы	0,072
10	Круглая	0,057
10	Трубопроводной трубы	0,057
11 ½	Трубопроводной трубы	0,050
5	Трапезиевидная	0,062
5	Безмуфтовая	0,105 ^a
6	Безмуфтовая	0,087 ^a

^a Усеченная на 0.23 дюйма (0,58 мм) от вершины диаметра.

8.3.3.3 Применение калибра

8.3.3.3.1 Измерение на дюйм

Калибр используется одинаково для контроля наружной и внутренней резьбы. Калибр должен быть отрегулирован надлежащим образом перед применением калибра на продукции. Следует контролировать длину резьбы от первой завершенной нитки до последней завершенной нитки.

Расположение первой завершенной нитки — это нитка, ближайшая к фаске на ниппельном конце или торце муфты с канавкой, имеющей полную вершину с обеих сторон.

Расположение последней завершенной нитки на наружной резьбе должно быть $L_4 - g$ для насосно-компрессорных и трубопроводных труб, L_7 для трапезиевидной резьбы, и последняя риска (последний паз) — 0,500 дюйма для круглой резьбы обсадных труб. Для обсадных труб расстояние от конца трубы до последней завершенной нитки называется длиной контроля элемента резьбы или TECL. Расположение последней завершенной нитки на внутренней резьбе — $J + 1r$, измеренное от физического центра муфты или от меньшего муфтового конца для безмуфтовой насосно-компрессорной трубы.

Фиксированный наконечник калибра помещается на линию в канавке первой завершенной нитки рядом с малым диаметром резьбы (Рисунок 16). С подвижным наконечником (Рисунок 27) в канавке резьбы (Рисунок 26) калибр следует поворачивать по небольшой дуге вокруг зафиксированного наконечника с каждой стороны продольной линии. Максимальное отклонение от нуля либо в направлении ускорения (+) либо замедления (-) представляет собой погрешность шага.

В целях контроля длина резьбы муфты с полными вершинами тянется от первой полной нитки (третья канавка резьбы от конца выступа) до длины нитки $J + 1$ (пятая нитка и шестая нитка от центра муфты для 8-витковой и 10-витковой резьбы, соответственно). [Таблицы с 3 по 6].

Допуск на шаг составляет $\pm 0,003$ дюйма на дюйм ($\pm 0,005$ дюйма на ½ дюйма).

8.3.3.3.2 Измерение совокупного шага

Совокупный шаг – это шаг, измеренный между первой и последней завершенной нитками на интервале (сверх 1 дюйма), который является наибольшим кратным $\frac{1}{2}$ дюйма (Таблицы с 3 по 6). Калибр шага прикладывается к изделию как для 1-дюймового интервала, то есть, фиксированный наконечник помещается в первую полную канавку в конце резьбы. Подвижный наконечник помещается на продольную линию в канавке, соответствующей расстоянию между наконечниками калибра.

Максимальный допуск на шаг составляет $\pm 0,006$ дюйма, независимо от длины, на которой он измеряется.

8.3.3.3.3 Измерение шага в муфтах с уплотнительными кольцами

Когда в муфте имеется уплотнительное кольцо, измерения шага следует производить со всеми наконечниками, помещенными там, где полный профиль резьбы существует с каждой стороны наконечника. Частичную резьбу, прилежащую к канавке, следует избегать при изменении любого элемента резьбы.

8.3.4 Конус

Конус – это изменение в диаметре делительной окружности, выраженное в дюймах на фут или дюймах на дюйм длины резьбы. Конусный штангенциркуль (Рисунок 28) должен допускать измерение резьбы на трубе, более чем в три раза превышающей измеряемый размер.

8.3.4.1 Конусные штангенциркули с индикаторами с круговой шкалой

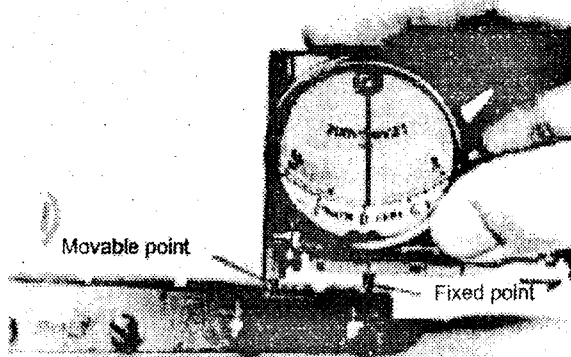
Для контроля конуса резьбы имеются следующие типы штангенциркулей:

- a. Наружный – штангенциркуль конуса резьбы (Рисунок 28).
- b. Внутренний – штангенциркули конуса резьбы (Рисунки 29 и 30).

Эти штангенциркули всегда снабжены индикаторами с непрерывной круговой шкалой. Наконечники калибра должны соответствовать диаметру наконечников, перечисленных в Таблице 10. Это наконечники шарикового типа. Диаметр наконечника следует выбирать с помощью микрометра. Наконечник следует отбросить, если износ составляет более 0,002 дюйма. Предоставляются два наконечника – фиксированный и подвижный (Рисунок 28).

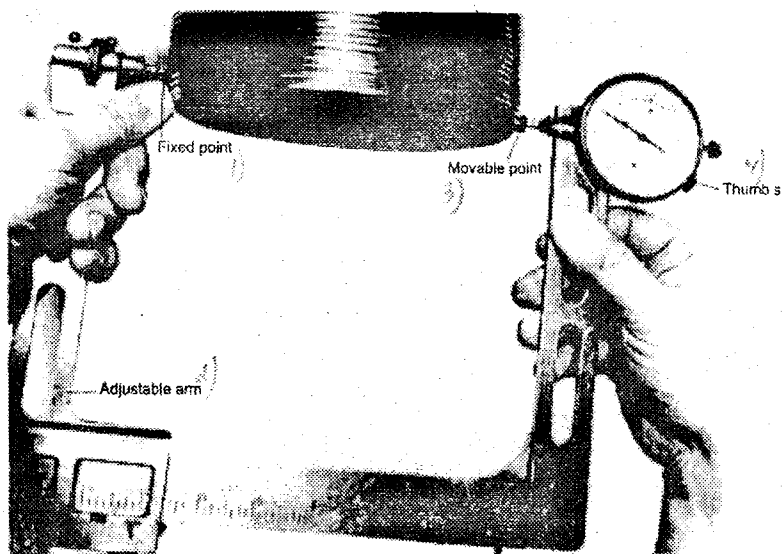
Таблица 10 – Рекомендованные размеры наконечника для конусных штангенциркулей

1	2	3
Ниток на дюйм	Тип резьбы	Диаметр наконечника (дюйм)
8	Круглая	0,071
8	Трубопроводной трубы	0,072
10	Круглая	0,057
10	Трубопроводной трубы	0,057
11 ½	Трубопроводной трубы	0,050
5	Трапецевидная	0,090
5	Безмуфтовая	0,060 ^a
6	Безмуфтовая	0,060 ^a

^a Штыревой.

1) Подвижный наконечник

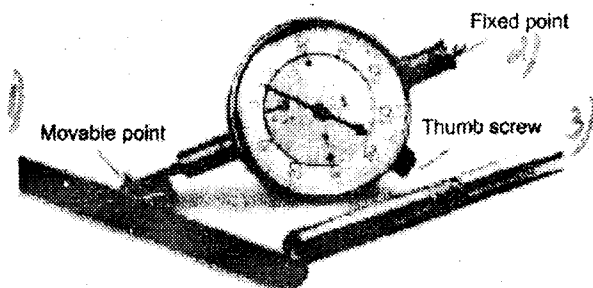
Рисунок 27 – Установочный эталон шага с приложенным калибром наружного/внутреннего шага



- 1) фиксированный наконечник
2) регулируемый рычаг

- 3) подвижный наконечник
4) винт с лапчатой головкой

Рисунок 28 –Штангенциркуль наружного конуса резьбы



- 1) подвижный наконечник
2) фиксированный наконечник

- 3) винт с накатанной головкой

Рисунок 29 – Штангенциркуль внутреннего конуса для наружного диаметра $4\frac{1}{2}$ дюйма и больше, показывающий удлинитель калибра

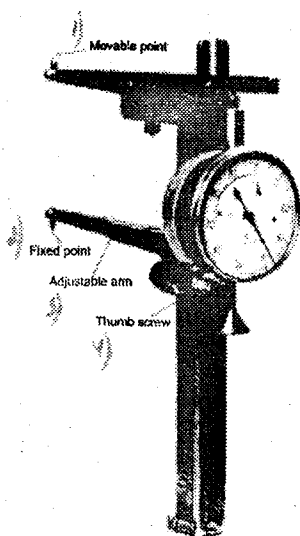
Штангенциркуль наружного конуса (Рисунок 28) снабжен рычагом, приспособляемым к соответствующему наружному диаметру трубы. В зависимости от типа штангенциркуля штангенциркуль внутреннего конуса регулируется для соответствия муфте путем установки удлинительных индикаторных плунжерных вал (Рисунок 29) или скольжением рычага до соответствующего размера наружного диаметра трубы (Рисунок 30).

8.3.4.2 Наружная резьба

8.3.4.2.1 Регулировка штангенциркуля

Конусные штангенциркули регулируются на контролируемой трубе. Резьба должна быть снабжена продольной линией, разделенной на интервалы в 1 дюйм (1/2 дюйма), как обсуждалось в Методике контроля (раздел 8.2 и Рисунок 16). Штангенциркуль регулируется (обнуляется) путем установки фиксированного наконечника (Рисунок 28) на продольную линию в канавке после нитки с полной вершиной.

Расположение первой завершенной нитки – это нитка, ближайшая к фаске на ниппельном конце или торце муфты с канавкой, имеющей полную вершину с обеих сторон.



- 1) подвижный наконечник
- 2) фиксированный наконечник

- 3) регулируемый рычаг
- 4) винт с накатанной головкой

Рисунок 30 – Штангенциркуль внутреннего конуса резьбы для труб наружным диаметром меньше, чем 4½ дюйма

Расположение последней завершенной нитки на наружной резьбе должно быть $L_4 - g$ для насосно-компрессорной трубы и последняя риска (последняя канавка резьбы) – 0,500 дюйма для круглой резьбы обсадной трубы. Для обсадных труб расстояние от конца трубы до последней завершенной нитки называется длиной контроля элемента резьбы или TECL. Подвижный наконечник (Рисунок 28) следует поместить в ту же канавку, диаметрально противоположно фиксированному наконечнику. Фиксированный наконечник должен жестко удерживаться в канавке резьбы, пока подвижный наконечник колеблется по дуге в пределах канавки. Стрелка круговой шкалы должна показывать на нуль при максимальном показании. Стрелочный индикатор с круговой шкалой следует отрегулировать, если показание не нуль. Это регулировка производится путем ослабления винта с накатанной головкой и снова проверьте шкалу на нулевое показание.

8.3.4.2.2 Применение штангенциркуля

Штангенциркуль наружного конуса прикладывается таким же образом, как и во время регулировки. Штангенциркуль накладывается с интервалами в 1 дюйм от меньшего диаметра резьбы к большему.

Конус обозначается в API Spec 5B как скос в $\frac{3}{4}$ дюйма на фут длины резьбы (Рисунок 4). Однако, в целях контроля этот конус, включая соответствующий допуск, округляется до равнозначного от 0,060 до 0,068 дюймов на дюйм. Использование длины калибра в $\frac{1}{2}$ дюйма приводит к делению допусков на два, или от 0,030 до 0,034 дюйма на дюйм.

Конус измеряется на длине завершенной резьбы для насосно-компрессорных труб и длине TECL для обсадных труб с круглой резьбой. Если последний интервал измерения меньше. Чем 1 дюйм, калибр следует поместить в последнюю (большой конец резьбы) полную канавку резьбы на продольной линии и делать измерение по направлению к концу трубы. Одна 1-дюймовое показание даст наложение, если последний интервал перекрывает один интервал, проверенный ранее. Применяются те же допуски.

8.3.4.3 Внутренняя резьба

8.3.4.3.1 Регулировка калибра

Калибр регулируется на муфте. Резьба муфты должна быть снабжена продольной линией, разделенной на интервалы в 1 дюйм, как обсуждалось в Разделе 8.2 (смотрите также Рисунок 16). В целях контроля длина полной резьбы муфты продлевается от первой полной нитки (завершенная вершина с каждой стороны канавок) до $J + 1$ длина нитки (пятая и шестая нитки от центра муфты для 8-витковой и 10-витковой резьбы, соответственно) (Рисунок 15).

Предоставляются несколько типов внутренних штангенциркулей (Рисунки 29 и 30). Штангенциркуль большого внутреннего конуса для муфт наружным диаметром 4 $\frac{1}{2}$ дюйма и больше регулируется путем установки фиксированных удлинителей калибра (Рисунок 29) достаточной длины, чтобы донести индикатор с круговой шкалой приблизительно до центра движения шкалы.

Большой внутренний конусный штангенциркуль следует вставить в муфту таким образом, чтобы подвижный наконечник (короткий конец) находился в верхней части муфты, а фиксированный наконечник (большой конец) был внизу муфты (Рисунок 31). Калибр регулируется посредством установки фиксированного наконечника на продольной линии в канавке резьбы в пяти нитках от центра муфты для 8-витковой резьбы и в шести нитках для 10-витковой резьбы. Подвижный наконечник следует поместить в ту же канавку в 180° от фиксированного наконечника. Индикатор с круговой шкалой должен быть на нуле в нулевой точке, в то время как подвижный наконечник перемещается по небольшой поперечной дуге. Если это не так, следует ослабить винт с накатанной головкой и поворачивать циферблат шкалы до тех пор, пока индикатор не покажет ноль. Затяните винт с накатанной головкой и снова проверьте шкалу на нулевое показание.

8.3.4.3.2 Измерение конуса

Конус измеряется путем снятия последовательных показаний с интервалами в 1 дюйм, перемещаясь к ближайшему отверстию муфты. Разность — это конусность в дюймах на дюйм. Разрешенный допуск составляет от 0,060 дюйма на дюйм до 0,068 дюйма на дюйм.

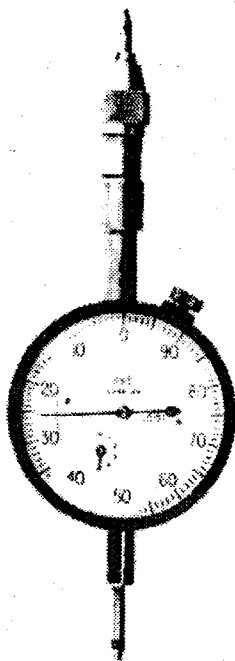


Рисунок 31 —Собранный калибр внутреннего конуса для труб наружным диаметров $4\frac{1}{2}$ дюйма и больше

Калибр малого внутреннего конуса (Рисунок 30) регулируется и применяется таким же образом, что и калибр большого внутреннего конуса, за исключением того, что индикатор с круговой шкалой размещается на удлинительном рычаге, позволяя контактным штырям достигать малого диаметра муфты. Конусность можно проверить непосредственным сравнением разницы между двумя соседними 1-дюймовыми показаниями и указанным выше допуском. Допуск уменьшается до от 0,030 дюйма до 0,034 дюйма на дюйм для соседних 1/2-дюймовых показаний.

8.3.5 Натяг

Натяг – это расстояние, измеренное по оси между концом трубы или муфты и положением натяга кольцевого калибра или калибра-пробки (Рисунки 32 и 33). Существует два уровня кольцевых калибров и калибров-пробок:

- a. Рабочие калибры, которые накладываются на контролируемое изделие.
- b. Сертифицированные эталонные калибры, которые используются для проверки точности рабочих калибров (сертифицированные, как указано в API Spec 5B).

Обычно контроль осуществляется с помощью рабочего калибра, если не возникают разногласия, при которых может использоваться эталонный калибр для решения спора.

Кольцевые калибры или калибры-пробки для 8-витковой резьбы изготавливаются как малой, так и большой конфигурации.

8.3.5.1 Наружная резьба – Кольцевой калибр

Кольцевой калибр применяется путем навинчивания кольцевого калибра вручную на контролируемый ниппельный конец трубы. Калибр для короткой резьбы обсадной трубы можно использовать для контроля длинной резьбы ниппельного конца. Однако, ниппельный конец выходит за контрольную точку. Таким образом, допуск должен измеряться от этой новой точки измерения.

Допуск составляет ± 1 нитка ($\pm 1 \frac{1}{2}$ нитки на 10-витковой резьбе) с каждой стороны контрольной точки. Точный контроль можно осуществить путем наложения пластин на резьбу.

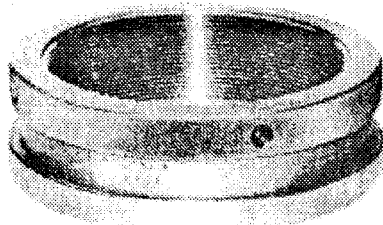


Рисунок 32 – Кольцевой калибр утопленного типа

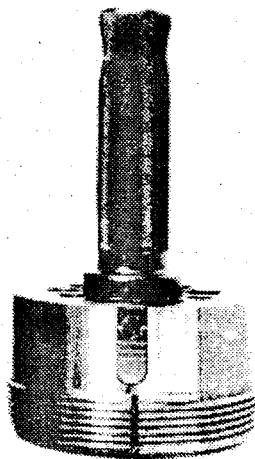


Рисунок 33 – Калибр-пробка вставного типа

Некоторые кольцевые калибры являются калибрами **утопленного типа**, где конец трубы находится на одном уровне с концом калибра, когда размер резьбы на нулевой допуске (Рисунок 32). Другие кольцевые калибры снабжены ступенчатыми пластинами, выходящими за пределы самого калибра. Нулевой допуск эквивалентен концу трубы, находящемуся на одном уровне со средней ступенью (Рисунок 34). Первая ступень с каждой стороны средней ступени представляет собой допуск. Кольцевые калибры старого типа были снабжены шаблоном. Шаблон маркировался нулем и плюсовым и минусовым допусками (Рисунок 35).

Применение кольцевого калибра для короткой резьбы обсадной трубы на длинной резьбе требует определения расстояния, на которое ниппельный конец выступает за пределы конца калибра. Калибры утопленного типа и калибры шаблонного типа требуют применения стальной масштабной линейки, штангенциркулей или шаблонов, на которых отмечены удлинения и $\pm$ допуски. Ступенчатые калибры снабжены двумя комплектами ступенек допуска, один для контроля длинной резьбы, а другой для контроля короткой резьбы.

Расстояние, на которое длинный ниппельный конец выступает за короткий кольцевой калибр, определяется по формуле 8.3.5.1:

$$\text{Расстояние} = L_1 (\text{длинная}) - L_1 (\text{короткая}) - P_1$$

Где

L_1 (длинная) = длина от конца длинного ниппеля до плоскости свинчивания вручную,

L_1 (короткая) = длина от конца короткого ниппеля до плоскости свинчивания вручную,

P_1 = зазор между коротким рабочим кольцевым калибром и сертифицированным эталонным калибром-пробкой (Рисунок 36).

Значения (L_1 (длинная) – L_1 (короткая)) были определены и занесены в таблицу (Таблица 11), поскольку они являются функцией диаметра трубы.

Расстояние, на которое длинный ниппель выступает за короткий кольцевой калибр, не может превышать «расстояние» (Формула 8.3.5.1) ± 1 нитка.

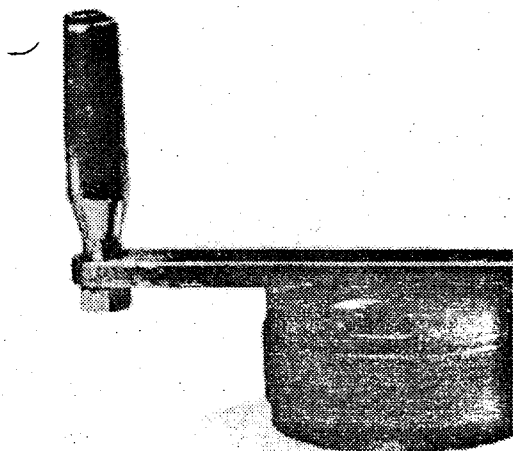


Рисунок 34 – Кольцевой калибр ступенчатого типа

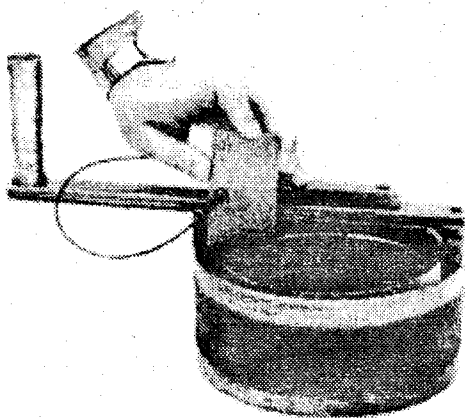


Рисунок 35 – Кольцевой калибр шаблонного типа

Таблица 11 – L_1 длинной резьбы – L_1 короткой резьбы обсадной трубы

1	2	3
Размер наружного диаметра	Номинальный вес (фунт/фут)	L_1 длинная – L_1 короткая (дюйм)
4½	9,50	1,000
4½	Другие	0,375
5	11,50	0,875
5	Другие	0,625
5½	Все	0,625
6⅝	Все	0,750
7	17,00	1,625
7	Другие	0,875
7⅝	Все	0,875
8⅝	24,00	1,500
8⅝	Другие	1,125
9⅝	Все	1,375
20	94,00	1,250

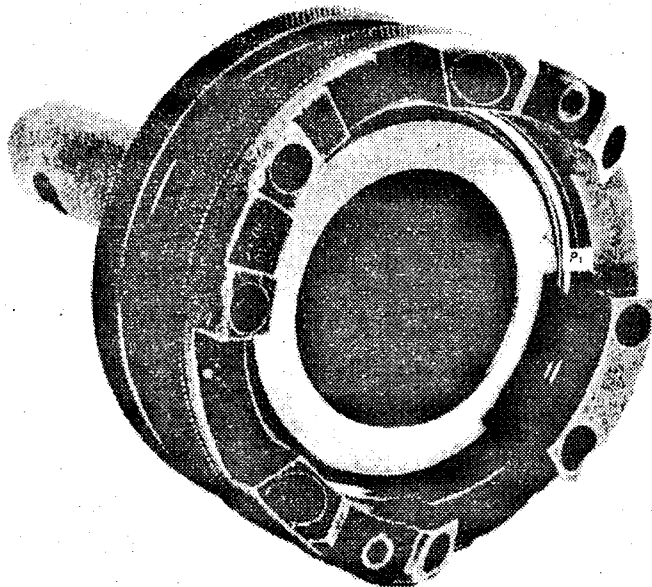


Рисунок 36 – Натяг эталонного калибра-пробки и рабочего калибра-пробки

8.3.5.2 Внутренняя резьба – Калибр-пробка

Калибр-пробка для маленьких размеров (5 дюймов и меньше) обычно удерживается в кондукторе (зажимное приспособлении), так что муфту можно навинчивать на калибр вручную. Однако, для больших размеров муфта обычно удерживается в кондукторе, а калибр навинчивается на муфту. Точную калибровку можно осуществить до нанесения покрытия на резьбу. К тому же, точная калибровка муфты, которая установлена на ниппельный конец с механическим усилием, невозможна. Это условие сохраняется, даже если муфту снять с ниппельного конца.

Когда в муфте вырезается канавка для уплотнительного кольца, точная калибровка может оказаться невозможной вследствие влияния постепенно исчезающего пластического скошенного края. Метод, применяемый для удаления исчезающего скошенного края, не должен повреждать остающуюся резьбу.

Изготавливаются калибры-пробки трех типов: вставные, с линиями натяга и шаблонные. Калибр вставного типа снабжен вставкой, имеющей три разметочные линии. Средняя представляет основной размер. Шаг ± 1 шаг резьбы ($\pm 1\frac{1}{2}$ для 10-витковой резьбы) указывается от средней линии линиями выше и ниже основной линии (Рисунок 33). Калибр-пробка с линиями натяга снабжен тремя линиями, представляющими допуск и основной размер и четвертой линией, представляющей точку сбега (Рисунок 37). Ориентация линий такая же, что и для вставного типа. Калибр-пробка шаблонного типа не имеет линий. Вместо этого допуск измеряется от заднего заплечика пробки до конца муфты (Рисунок 38) с помощью шаблона, шкалы или штангенциркуля.

8.4 КОНТРОЛЬ РЕЗЬБЫ ТРУБОПРОВОДНЫХ ТРУБ

Резьба трубопроводных труб по API отличается по шагу от 8 до 27 ниток на дюйм (Таблица 12).

Диаметры резьбы трубопроводных труб колеблются от номинального диаметра $\frac{1}{8}$ дюйма до наружного диаметра 20 дюймов (Таблица 12). Резьба, нарезанная на трубе номинальным диаметром менее 1 дюйма, не калибруется по высоте резьбы, шагу или конусности. Вместо этого, эта резьба на трубах малого диаметра проверяется только на натяг.

8.4.1 Полная длина резьбы

Полная длина резьбы, размер L_4 (Таблица 12), измеряется параллельно оси резьбы от конца трубы до точки сбега следа реза на обработанной поверхности резьбы (Рисунок 15).

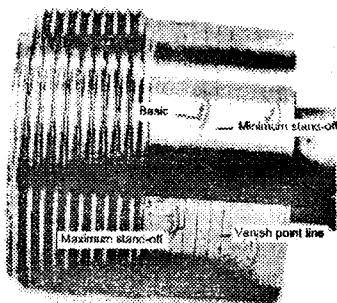
Измерение производится с помощью металлической масштабной линейки (минимальный размер $\frac{1}{32}$ дюйма) (Рисунок 17). Полная длина резьбы приемлема, если L_4 находится в пределах ± 1 шаг (Рисунок 12).

L_4 приемлема, если расстояние от конца трубы до плоскости сбега (в точке, где наружный диаметр трубы максимальный) находится в пределах минусового допуска, как указано в Таблице 12; или, если расстояние от конца трубы до плоскости сбега (где наружный диаметр трубы минимальный) находится в пределах плюсовых допусков Таблицы 12.

8.4.2 Высота резьбы

Высота (глубина) резьбы – это измерение расстояния от канавки резьбы до вершины резьбы перпендикулярно оси резьбы (Рисунки 3, 4, 5, 6 и 7). Вся резьба трубопроводных труб является V-образной резьбой. Для резьбы трубопроводных труб используются два типа калибров высоты резьбы: (а) наружный/внутренний калибр для резьбы наружным диаметром $3\frac{1}{2}$ дюйма и больше (Рисунок 18) и (б) внутренние калибры для резьбы наружным диаметром 3 дюйма и меньше (Рисунок 19).

Все калибры высоты резьбы трубопроводных труб снабжены наконечниками с прилежащим углом 50° (Таблица 7). Предоставляются два типа наконечников для калибра высоты резьбы: (а) с уравновешенным циферблатом (Рисунок 8) и (б) непрерывного считывания (Рисунок 19). За подробностями о двух типах индикаторов с циферблатом и их регулировке обратитесь к параграфу 8.3.2.1.



- | | |
|----------------------|-----------------------|
| 1) Основная | 3) Максимальный натяг |
| 2) Минимальный натяг | 4) Линия точки сбоя |

Рисунок 37 – Калибр-пробка с линиями натяга

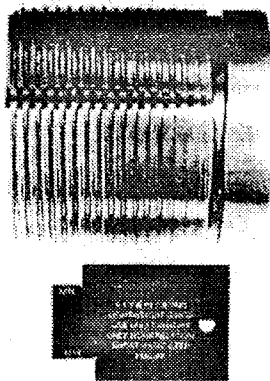


Рисунок 38 – Калибр-пробка шаблонного типа

Измеренная высота резьбы для труб номинальным диаметром 1 дюйм и резьба труб большего диаметра сравниваются с теоретическими значениями (Таблица 8).

Прикладывание калибра высоты к резьбе трубопроводной трубы производится таким же образом, что и для резьбы круглой формы. К тому же, первая завершенная нитка находится таким же способом, что и для круглой резьбы (полные вершины с обеих сторон канавки резьбы).

Длина последней завершенной нитки (Рисунок 15) устанавливается по $L_4 - g$.

В целях контроля длина резьбы муфты с полной вершиной простирается от первой завершенной нитки (полные вершины с обеих сторон канавки резьбы) до $J + 1$ нитка от центра муфты.

Максимально допустимая погрешность по высоте резьбы составляет $+ 0,002$ дюйма, $- 0,006$ дюйма от номинального показания (Таблица 8). Проверку высоты резьбы следует производить у первой и последней ниток с полной вершиной и в пределах длины завершенной резьбы.

8.4.3 Шаг

Шаг – это расстояние от конкретной точки на резьбе до соответствующей точки на следующей нитке резьбы, измеренное параллельно оси резьбы.

Это расстояние небольшое. Следовательно, требуемая точность была бы излишней, если бы шаг определялся от нитки до нитки. Соответственно, шаг измеряется на 1-дюймовых, ½-дюймовых и 4-ниточных интервалах, в зависимости от длины резьбы. 1-дюймовый интервал применяется для трубопроводных труб номинальным диаметром больше, чем 6 дюймов. ½-дюймовых интервал применяется для труб номинальным диаметром от 2 ½ до 6 дюймов.

4-ниточный интервал применяется к резьбе на трубах, номинальным диаметром 1, 1¼, 1½ и 2 (Таблица 12).

8.4.3.1 Калибры

Калибры для измерения допуска на шаг снабжены двумя наконечниками и индикатором с уравновешенным циферблатом. Примеры калибров шага показаны на Рисунок 26.

Точность калибров шага проверяется наложением калибра на установочный эталон шага (Рисунок 27). Перед регулировкой калибра шага следует проверить микрометром размер наконечника. Размеры наконечников для резьбы трубопроводных труб должны быть в пределах $\pm 0,002$ дюйма рекомендованного API размера (Таблица 9).

8.4.3.2 Регулировка калибра

Калибр шага должен показывать нуль, когда он прикладывается к установочному эталону (Рисунок 27). Следует помнить, что стандартный эталон установки шага (Рисунок 27) нельзя использовать для трубопроводных труб с 11½ нитками на дюйм.

Соответственно, следует использовать специальный 4-ниточный эталон установки шага. Регулировка необходима, если калибр не показывает нуль. Регулировка выполняется, как описано в 8.3.3.

Таблица 12 – Размеры резьбы трубопроводных труб

1	2	3	4	5	6	7	8
Номинальный Размер	Число нитек на дюйм	Полная длина резьбы L_4 (дюйм)	Допуск на длину резьбы (дюйм)	Мин. длин а полной резьбы L_c (дюйм)	$L_4 - g$	Мин. длин а муфты N_L (дюйм)	Размеры J (дюйм)
$1/8$	27	0.3924 ($1^{12}/_{32}$)	± 0.037 ($1^{1}/_{32}$)	—	—	$1^{1}/_{16}$	0.1389
$1/4$	18	0.5946 ($19^{10}/_{32}$)	± 0.055 ($2^{1}/_{32}$)	—	—	$1^{1}/_8$	0.2119
$3/8$	18	0.6006 ($19^{10}/_{32}$)	± 0.055 ($2^{1}/_{32}$)	—	—	$1^{1}/_8$	0.2119
$1/2$	14	0.7815 ($25^{10}/_{32}$)	± 0.0714 ($2^{1}/_{32}$)	—	—	$2^{1}/_8$	0.2810
$3/4$	14	0.7935 ($25^{10}/_{32}$)	± 0.0714 ($2^{1}/_{32}$)	—	—	$2^{1}/_8$	0.2690
1	$11^{1}/_2$	0.9845 ($31^{10}/_{32}$)	± 0.0870 ($3^{1}/_{32}$)	0.3325	0.4845	$2^{3}/_8$	0.3280
$1^{1}/_4$	$11^{1}/_2$	1.0085 (1)	± 0.0870 ($3^{1}/_{32}$)	0.3565	0.5085	$2^{3}/_4$	0.3665
$1^{1}/_2$	$11^{1}/_2$	1.0252 ($1^{1}/_{32}$)	± 0.0870 ($3^{1}/_{32}$)	0.3732	0.5252	$2^{3}/_4$	0.3448
2	$11^{1}/_2$	1.0582 ($1^{2}/_{32}$)	± 0.0870 ($3^{1}/_{32}$)	0.4062	0.5582	$2^{7}/_8$	0.3793
$2^{1}/_2$	8	1.5712 ($1^{18}/_{32}$)	± 0.125 ($4^{1}/_{32}$)	0.6342	1.0712	$4^{1}/_8$	0.4913
3	8	1.6337 ($1^{20}/_{32}$)	± 0.125 ($4^{1}/_{32}$)	0.6967	1.1337	$4^{1}/_4$	0.4913
$3^{1}/_2$	8	1.6837 ($1^{22}/_{32}$)	± 0.125 ($4^{1}/_{32}$)	0.7467	1.1837	$4^{1}/_2$	0.5038
4	8	1.7337 ($1^{24}/_{32}$)	± 0.125 ($4^{1}/_{32}$)	0.7967	1.2337	$4^{1}/_2$	0.5163
5	8	1.8400 ($1^{27}/_{32}$)	± 0.125 ($4^{1}/_{32}$)	0.9030	1.3400	$4^{5}/_8$	0.4725
6	8	1.9462 ($1^{29}/_{32}$)	± 0.125 ($4^{1}/_{32}$)	1.0092	1.4462	$4^{7}/_8$	0.4913
8	8	2.1462 ($2^{5}/_{32}$)	± 0.125 ($4^{1}/_{32}$)	1.2092	1.6462	$5^{1}/_4$	0.4788
10	8	2.3587 ($2^{11}/_{32}$)	± 0.125 ($4^{1}/_{32}$)	1.4217	1.8587	$5^{3}/_4$	0.5163
12	8	2.5587 ($2^{18}/_{32}$)	± 0.125 ($4^{1}/_{32}$)	1.6217	2.0587	$6^{1}/_8$	0.5038
14 OD	8	2.6837 ($2^{22}/_{32}$)	± 0.125 ($4^{1}/_{32}$)	1.7467	2.1837	$6^{3}/_8$	0.5038
16 OD	8	2.8837 ($2^{28}/_{32}$)	± 0.125 ($4^{1}/_{32}$)	1.9467	2.3837	$6^{3}/_4$	0.4913
18 OD	8	3.0837 ($3^{3}/_{32}$)	± 0.125 ($4^{1}/_{32}$)	2.1467	2.5837	$7^{1}/_8$	0.4788
20 OD	8	3.2837 ($3^{9}/_{32}$)	± 0.125 ($4^{1}/_{32}$)	2.3467	2.7837	$7^{5}/_8$	0.5288

Примечание: Цифры в скобках представляют приблизительные эквивалентные длины в дюймах и 32-х дюйма.

8.4.3.3 Применение калибра

Калибр применяется таким же образом, что и для круглой резьбы. Резьба трубопроводной трубы контролируется по всей длине полной резьбы (Обратитесь к 8.4.2).

Погрешность шага регистрируется в дюймах погрешности на дюйм резьбы. Показание является прямым считыванием для 1-дюймовых интервалов. 1-дюймовый допуск делится на два для $1/2$ -дюймовых интервалов и 2,875 для 4-ниточных интервалов. Допуск на 1-дюймовый шаг составляет $\pm 0,003$ дюйма на дюйм. Таким образом, наблюдаемый допуск составляет $\pm 0,0015$ дюйма для $1/2$ -дюймовых интервалов и $\pm 0,001$ дюйма для 4-ниточных интервалов.

Кроме того, для контроля на дюйм резьбу следует контролировать на совокупный шаг.

8.4.3.4 Совокупный шаг

Совокупный шаг измеряется на расстоянии L_4 от конца трубы, в измерение совокупного шага следует включать только завершённую (с полными вершинами) резьбу. Совокупный шаг на наружной и внутренней резьбе следует измерять на интервале (между первой и последней завершёнными нитками), который имеет длину, равную наибольшему кратному $\frac{1}{2}$ дюйма для 8-витковой резьбы и 1 дюйму для резьбы с шагом 1 $\frac{1}{2}$.

8.4.4 Конус

Конус – это изменение в диаметре делительной окружности резьбы, выраженное в дюймах на фут или дюймах на дюйм длины резьбы. Конусный штангенциркуль (Рисунок 28) должен допускать измерение резьбы на трубе, более чем в три раза превышающей контролируемый размер.

8.4.4.1 Конусные штангенциркули

Для контроля конуса резьбы имеются различные типы штангенциркулей:

- a. Наружный – штангенциркуль конуса резьбы (Рисунок 28).
- b. Большой внутренний – штангенциркули конуса резьбы (Рисунок 29).
- c. Маленький внутренний – штангенциркули конуса резьбы (Рисунок 30).

Эти штангенциркули снабжены индикаторами с непрерывной круговой шкалой. Рекомендуемые наконечники калибра должны соответствовать контролируемой резьбе. Наконечники конусных штангенциркулей для трубопроводных труб колеблются в пределах от 0,072 дюйма до 0,050 дюйма (Таблица 10). Это наконечники шарикового типа. Диаметр наконечника следует проверять с помощью микрометра перед началом контроля. Допуск для наконечников составляет $\pm 0,002$ дюйма. Предоставляются два наконечника - фиксированный и подвижный (Рисунок 28).

Конусный штангенциркуль (Рисунок 28) снабжен регулируемым рычагом. Большой внутренний конусный штангенциркуль регулируется для соответствия муфте с помощью установки удлинителей (Рисунок 29). Маленький внутренний конусный штангенциркуль настраивается на размер муфты скольжением регулируемого рычага до соответствующего размера наружного диаметра трубы (Рисунок 30).

8.4.4.2 Наружная резьба

8.4.4.2.1 Регулировка штангенциркуля

Конусные штангенциркули регулируются на резьбе трубы. За подробностями обратитесь к параграфу 8.3.4.

8.4.4.2.2 Применение штангенциркуля

Конусный штангенциркуль применяется таким же образом, что и для обсадных и насосно-компрессорных труб. За подробностями обратитесь к разделу о круглой резьбе. По определению первой и последней завершенной нитки обратитесь к параграфу 8.4.2. Допуски на конусность такие же, что и для круглой резьбы: от 0,060 до 0,068 дюйма на дюйм.

Этот допуск применяется непосредственно, когда используется 1-дюймовая контрольная длина (Таблица 12). Для $\frac{1}{2}$ контрольной длины допуск делится на два. Для трубы с 11½ нитками допуск составляет от 0,021 до 0,023 дюйма на дюйм.

Следует контролировать длину завершенной резьбы. Поэтому для трубопроводных труб необходимо следовать той же методике перекрывания, что и для круглой резьбы.

8.4.4.3 Внутренняя резьба

8.4.4.3.1 Регулировка штангенциркуля

Штангенциркуль регулируется на муфте, как описано в 8.3.4. Длина полной резьбы муфты продлевается от первой полной нитки (завершенная вершина с каждой стороны канавок) до длины $J + 1$ нитка от центра муфты (Таблица 12). Длину завершенной резьбы следует контролировать на конусность. К муфте применяются те же допуски, что и к ниппельному концу.

8.4.5 Натяг

Диаметральный размер резьбы трубопроводных труб можно измерять с помощью кольцевого калибра или калибра-пробки (Рисунки 32 и 33). Эти уровни такие же, что и описанные в 8.3.5.

8.4.5.1 Наружная резьба – Кольцевой калибр

Кольцевой калибр применяется путем навинчивания кольцевого калибра вручную на контролируемый ниппельный конец трубы и наблюдения за числом ниток между ниппельным концом и контрольной точкой кольцевого калибра. Допуск на натяг составляет ± 1 шаг резьбы с каждой стороны контрольной точки (отметка конца калибра, ступеньки или шаблона). За подробностями по имеющимся типам кольцевых калибров обратитесь к параграфу 8.3.5.

8.4.5.2 Внутренняя резьба – Калибр-пробка

Калибр-пробка применяется путем навинчивания калибра вручную на контролируемую муфту. Муфта не должна быть навинчена на ниппельный конец, поскольку возникающие в результате этого напряжения будут деформировать муфту. Следует наблюдать за числом ниток между контрольной точкой калибра и торцом муфты. Допуск на натяг составляет ± 1 шаг резьбы с каждой стороны контрольной точки (отметка конца калибра, ступеньки или шаблона). За подробностями по имеющимся типам калибров-пробок обратитесь к параграфу 8.3.5. Точный контроль можно произвести путем нанесения покрытия на резьбу.

8.5 КОНТРОЛЬ ТРАПЕЦИЕВИДНОЙ РЕЗЬБЫ (БАТРЕС)

8.5.1 Длина резьбы

При контроле ниппельного конца с трапецевидной резьбой необходимо определять три длины. Это:

- a. Длина ниток с полными вершинами, L_c .
- b. Расстояние до основания треугольного клейма, A_1 (Таблица 13).
- c. Длина полной резьбы (Таблица 13).

Измерения расстояний резьбы и треугольника производятся от конца трубы, параллельно оси трубы. Следует использовать металлическую масштабную линейку с делениями $1/32$ дюйма (или меньше) (Рисунок 39).

Длина резьбы с полными вершинами, L_c (Таблица 13), должна быть отмечена на ниппельном конце. Приемлемо максимально две нитки, демонстрирующие внутреннюю поверхность трубы на вершинах (черная резьба) максимально на 25% расстояния по окружности трубы. Оставшиеся нитки в пределах расстояния L_c должны быть нитками с полными вершинами.

Расстояние от ниппельного конца трубы до основания треугольного клейма, A_1 (Рисунок 39 и Таблица 13), измеряется способом, подобным измерению длины L_4 для обсадных труб с круглой резьбой (Рисунки 17 и 39). Допуск на размер A_1 составляет $\pm 1/32$ дюйма.

Длина муфты, N_L (Таблица 13), является минимальной допустимой длиной. Измеренная длина муфты должна превышать или равняться значению N_L (Таблица 13).

Длина полной резьбы – это расстояние L_7 (Таблица 13).

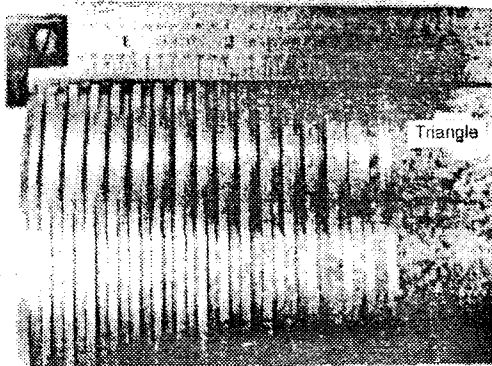


Рисунок 39 – Измерение полной резьбы и треугольного штампа на ниппельном конце с трапецевидной резьбой

Таблица 13 – Размеры трапецевидной резьбы обсадных труб

1	2	3	4	5	6	7
Размер OD (дюйм)	Полная длина резьбы L_d^a (дюйм)	Мин. длина полной резьбы L_c^d (дюйм)	Длина полной резьбы L_T (дюйм)	Длина от конца трубы до треугольника А (дюйм)	Мин. длина муфты N_L (дюйм)	Размер J (дюйм)
$4\frac{1}{2}$	3.6375 ($3\frac{29}{32}$)	1.2535 ($1\frac{8}{32}$)	1.6535	$3\frac{15}{16}$	$8\frac{7}{8}$	0.500
5	3.7625 ($3\frac{24}{32}$)	1.3785 ($1\frac{12}{32}$)	1.7755	$4\frac{1}{16}$	$9\frac{1}{8}$	0.500
$5\frac{1}{2}$	3.8250 ($3\frac{26}{32}$)	1.4410 ($1\frac{14}{32}$)	1.8410	$4\frac{1}{8}$	$9\frac{1}{2}$	0.500
$6\frac{5}{8}$	4.0125 (4)	1.6285 ($1\frac{20}{32}$)	2.0285	$4\frac{5}{16}$	$9\frac{5}{8}$	0.500
7	4.2000 ($4\frac{6}{32}$)	1.8160 ($1\frac{26}{32}$)	2.2160	$4\frac{1}{2}$	10	0.500
$7\frac{7}{8}$	4.3875 ($4\frac{12}{32}$)	2.0035 (2)	2.4035	$4\frac{11}{16}$	$10\frac{3}{8}$	0.500
$8\frac{5}{8}$	4.5125 ($4\frac{16}{32}$)	2.1285 ($2\frac{4}{32}$)	2.5285	$4\frac{13}{16}$	$10\frac{5}{8}$	0.500
$9\frac{5}{8}$	4.5125 ($4\frac{16}{32}$)	2.1285 ($2\frac{4}{32}$)	2.5285	$4\frac{13}{16}$	$10\frac{5}{8}$	0.500
$10\frac{3}{4}$	4.5125 ($4\frac{16}{32}$)	2.1285 ($2\frac{4}{32}$)	2.5285	$4\frac{13}{16}$	$10\frac{5}{8}$	0.500
$11\frac{3}{4}$	4.5125 ($4\frac{16}{32}$)	2.1285 ($2\frac{4}{32}$)	2.5285	$4\frac{13}{16}$	$10\frac{5}{8}$	0.500
$13\frac{3}{8}$	4.5125 ($4\frac{16}{32}$)	2.1285 ($2\frac{4}{32}$)	2.5285	$4\frac{13}{16}$	$10\frac{5}{8}$	0.500
16	4.6125 ($4\frac{20}{32}$)	2.7245 ($2\frac{23}{32}$)	3.1245	$4\frac{13}{16}$	$10\frac{5}{8}$	0.500
$18\frac{5}{8}$	4.6125 ($4\frac{20}{32}$)	2.7245 ($2\frac{23}{32}$)	3.1245	$4\frac{13}{16}$	$10\frac{5}{8}$	0.500
20	4.6125 ($4\frac{20}{32}$)	2.7245 ($2\frac{23}{32}$)	3.1245	$4\frac{13}{16}$	$10\frac{5}{8}$	0.500

^a Допуск на длину, не указан из-за типа резьбы.

^b В пределах длины L_c допускаются только две резьбы, демонстрирующие исходную наружную поверхность трубы на своих вершинах для расстояния по окружности, не превышающего 25% окружности трубы.

8.5.2 Высота резьбы

Высота резьбы – это измерение расстояния от канавки резьбы до вершины резьбы перпендикулярно оси резьбы (Рисунок 5 и 6). Для контроля применяются следующие два типа калибров высоты резьбы:

а. Калибр наружной/внутренней высоты с ровной наковальней (Рисунок 18), применяемый для трапецевидной резьбы ниппельного конца и муфты наружным диаметром $13\frac{3}{8}$ дюйма и меньше.

б. Калибр наружной/внутренней высоты со ступенчатой наковальней (Рисунок 40), применяемый для трапецевидной резьбы ниппельного конца и муфты наружным диаметром 16, $18\frac{5}{8}$ и 20 дюймов.

Следует использовать калибр с уравновешенным циферблатом (Рисунок 18).

В калибрах высоты резьбы могут использоваться конические и шариковые наконечники при условии, что наконечник не соприкасается с рабочими поверхностями резьбы и не превышает 0,092 в диаметре. Конический наконечник должен иметь максимальный угол в 50° .

8.5.2.1 Регулировка калибра

Точность каждого типа калибров проверяется с помощью установочных эталонов. Установочный эталон для калибра высоты, используемый на трапецевидной резьбе наружным диаметром $1\frac{3}{8}$ дюйма и меньше, подобен эталону для круглой резьбы или резьбы трубопроводных труб (Рисунок 20). Ступенчатый установочный эталон применяется для калибра резьбы, относящегося к обсадным трубам 16, $18\frac{5}{8}$ и 20 дюймов с трапецевидной резьбой (Рисунок 40). Ступенька обеспечивает правильное размещение наконечника в резьбе для гарантии правильного показания.

Эта же ступенька является причиной того, что эталон однонаправленный. Соответственно, при использовании ступенчатого эталона следует позаботиться о том, чтобы поместить калибр на изделии в том же направлении, что и на установочном эталоне.

Индикатор с уравновешенным циферблатом должен показывать ноль при установке на установочном эталоне с канавкой в форме буквы U (Рисунок 20).

8.5.2.2 Наложение калибра на изделие

Приложение калибра к изделию осуществляется путем установки наконечника калибра высоты резьбы (Рисунок 25) в канавку резьбы. Наковальня должна удерживаться в тесном контакте с вершинами резьбы. Калибр следует выровнять с осью трубы. Это лучше всего сделать путем покачивания калибра вокруг продольной оси наковальни (Рисунок 25). Высота резьбы показана правильно, когда циферблатный индикатор прекращает перемещаться рядом с центром покачивающего движения, нулевая точка.

Проверку высоты трапецевидной резьбы следует выполнять на первой нитке завершенной резьбы (с полной вершиной по обеим сторонам канавки) с 1-дюймовыми интервалами вдоль ниппельного конца до тех пор, пока не встретится первая черная резьба в пределах длины L_1 .

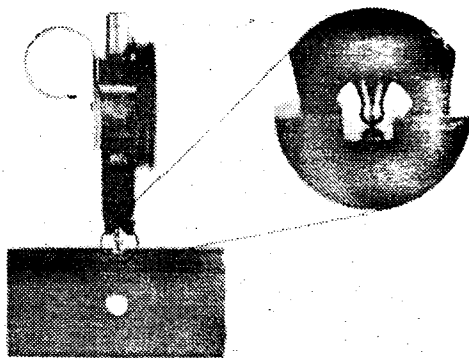


Рисунок 40 — Калибр со ступенчатой наковальней для наружной/внутренней высоты трапецевидной резьбы труб и муфт наружным диаметром 16, $18\frac{5}{8}$ и 20 дюймов и всей резьбы безмуфтовых обсадных труб.

Не контролируйте черную резьбу, поскольку она не имеет полный вершин и не будет надлежащим образом поддерживать наковальню. Любой интервал завершённой резьбы, который невозможно проконтролировать, поскольку остается менее 1 дюйма между последней завершённой ниткой и последним проконтролированным 1-дюймовым интервалом, следует контролировать, начиная с последней завершённой нитки и калибруя резьбу с 1-дюймовыми интервалами в направлении к краю ниппельного конца. Это обеспечивает один перекрывающийся интервал для гарантии полного охвата.

Контроль высоты резьбы муфты начинается на $J + 1$ нитка от центра муфты и продолжается с 1-дюймовыми интервалами до первой завершённой нитки (первая канавка от открытого конца муфты, имеющая завершённые нитки с обеих сторон). Опять же, чтобы обеспечить полный калибровочный охват резьбы муфты может потребоваться перекрывающийся 1-дюймовый интервал у торца муфты. Допуск на высоту резьбы муфты (Таблица 6) составляет $\pm 0,001$ дюйм.

8.5.3 Шаг

Шаг – это расстояние от конкретной точки на нитке резьбы до соответствующей точки на следующей нитке резьбы, измеренное параллельно оси резьбы. Это расстояние небольшое. Следовательно, требуемая точность была бы излишней, если бы шаг определялся от нитки до нитки. Соответственно, шаг обычно измеряется на 1-дюймовых интервалах и по всей длине завершённой резьбы.

8.5.3.1 Калибр

Калибр шага, применяемый для контроля трапециевидной резьбы, такой же, что и для большей круглой резьбы. (Рисунки 26 и 27). Рекомендованные наконечники имеют 0,062 дюйма в диаметре (Таблица 9). Наконечники, отклоняющиеся от допуска больше, чем на $\pm 0,002$ дюйма, следует заменить.

8.5.3.2 Регулировка калибра

Калибр должен показывать нуль, когда он прикладывается к установочному эталону (Рисунок 27). Регулировка для установки нуля такая же, как описанная в параграфе 8.3. Следует приложить усилие к калибру, чтобы наконечники соприкасались с нагружаемой рабочей поверхностью (рабочая поверхность резьбы 3°) и канавкой резьбы одновременно (Рисунки 5, 6 и 27).

8.5.3.3 Применение калибра

8.5.3.3.1 Измерение на дюйм

Калибр используется одинаково для контроля наружной и внутренней резьбы. Калибр должен быть отрегулирован надлежащим образом перед применением калибра на продукции. Методика идентична той, которая описана в разделе 8.3, за исключением того, что наконечники должны одновременно соприкасаться с рабочей поверхностью резьбы с наклоном 3° и канавкой (Рисунок 26). Шаг контролируется на длине завершённой резьбы, как описывалось в разделе 8.5.2, касающемся высоты трапециевидной резьбы.

Допуск составляет $\pm 0,002$ дюйма для трапецевидной резьбы наружным диаметром $1\frac{3}{8}$ дюйма и меньше и $\pm 0,003$ дюйма для трапецевидной резьбы наружным диаметром 16 дюймов и больше.

8.5.3.3.2 Измерение совокупного шага

Совокупный шаг – это шаг, измеренный начиная от первой завершенной ниткой на интервале, который является наибольшим кратным 1 дюйма (Таблица 13). Калибр прикладывается к изделию как описано выше для измерения на дюйм, за исключением того, что совокупная длина шага может включать частичные нитки, поскольку наконечник калибра соприкасается с канавкой резьбы и рабочей поверхностью частичной нитки, при условии, что частичная нитка имеет, по меньшей мере, половину номинальной высоты. Допуск на совокупный шаг составляет $\pm 0,004$ дюйма.

8.5.3.3.3 Измерение шага в муфтах с уплотнительными кольцами

Когда в муфте имеется уплотнительное кольцо, измерения шага следует производить с фиксированным наконечником калибра, одновременно касающимся канавки и рабочей поверхности резьбы с наклоном 3° полного профиля резьбы. Частичных ниток, прилежащих к канавке, следует избегать при измерении любого элемента резьбы.

8.5.4 Конус

Конус определяется как изменение в диаметре вдоль меньшего конуса наружной резьбы и большего конуса внутренней резьбы. На всей резьбе допуски выражаются в «дюймах на дюйм резьбы», и отклонение конусности следует определять соответственно. Измерения выполняются для конкретных интервалов длины, и наблюдаемое отклонение следует вычислять на основе дюймов на дюйм.

8.5.4.1 Штангенциркуль

Для контроля конуса резьбы имеются следующие типы штангенциркулей:

- b. Наружный – штангенциркуль конуса резьбы (Рисунок 28).
- c. Внутренний – штангенциркуль конуса резьбы (Рисунки 29 и 30).

Они имеют индикаторами с непрерывной круговой шкалой.

Рекомендованные наконечники конусных штангенциркулей диаметром 0,090 дюймов (Таблица 18) шарикового типа. Наконечника следует проверять с помощью микрометра. Наконечник следует заменить, если диаметр превышает допуск $\pm 0,002$ дюйма. За дополнительными подробностями обратитесь к разделу о круглой резьбе.

8.5.4.2 Наружная резьба

8.5.4.2.1 Регулировка штангенциркуля

Конусные штангенциркули регулируются на контролируемой трубе. Следует придерживаться методики, описанной в разделе по круглой резьбе.

8.5.4.2.2 Применение штангенциркуля

Штангенциркуль конуса прикладывается к изделию таким же образом, как и во время регулировки. В отличие от других типов резьбы, следует контролировать два участка трапециевидной резьбы: завершенную резьбу и незавершенную резьбу. Конус завершенной резьбы контролируется с интервалами в 1 дюйм, перекрываясь, при необходимости, чтобы проконтролировать всю длину (Таблица 13). Такая же методика применяется к незавершенной резьбе вплоть до сбega. Границы конуса и соответствующие допуски перечислены в Таблице 14.

8.5.4.3 Внутренняя резьба

8.5.4.3.1 Регулировка штангенциркуля

Штангенциркуль конуса регулируется на муфте. Следует придерживаться процедуры, описанной в параграфе 8.3.4.3.2 для круглой резьбы.

8.5.4.3.2 Применение штангенциркуля

Штангенциркуль прикладывается таким же образом, что и во время регулировки. Соблюдается методика контроля круглой резьбы. Контроль интервала резьбы начинается от первой завершенной нитки (первая канавка от открытого конца муфты, имеющая полные вершины с обеих сторон) и продолжается до $J + 1$ нитка от центра муфты.

Определяются конусы и допуски только завершенной резьбы.

8.5.5 Сбег резьбы

Сбег резьбы – это измерение, насколько резко трапециевидная резьба прекращается у конца резьбы с треугольником. Быстрое выдергивание режущего инструмента приводит к закалу в конце резьбы. Это является причиной большого напряжения в контактной точке при навинчивании муфты.

8.5.5.1 Калибр

Калибр сбega – это калибр с тремя наконечниками, имеющий два фиксированных наконечника и один подвижный, прикрепленные к индикатору с уравновешенной шкалой (Рисунок 41).

Калибр сбега (смотрите Рисунок 41) следует применять для проверки сбега канавки резьбы и гарантии, что наружная резьба достаточно длинная и является действительно сбегающей резьбой. Индикатор калибра сбега следует установить на нуль с помощью плоской поверхности как установочного эталона для размера $13 \frac{3}{8}$ дюйма и меньше. Для обсадных труб размером 16 и больше индикатор калибра сбега следует устанавливать на нуль с помощью канавок завершенной резьбы в качестве установочного эталона. Эти канавки завершенной резьбы следует проверить на приемлемость конуса до установки калибра сбега. Если индикатор не показывает нуль, шкала регулируется путем откручивания винта с накатанной головкой (Рисунок 41), поворачивания шкалы до нуля и затягивания винта с накатанной головкой. Нуль калибра должен проверяться после затягивания винта с накатанной головкой.

8.5.5.2 Применение калибра

Могут иметь место два состояния сбега резьбы: (а) до вершущки треугольника ($A_1 + 0,375$ дюймов) (ближе к концу трубы) и (b) рядом или за вершущкой треугольника.

Таблица 14 – Допустимый конус трапецевидной резьбы

1	2	3
Размеры наружного диаметра трубы (дюйм)	Полная резьба (дюймов на дюйм)	Полная резьба (дюймов на дюйм)
Наружная резьба		
13 $\frac{3}{8}$ и меньше	0,061 – 0,066	0,061 – 0,067
16 и больше	0,082 – 0,087	0,082 – 0,088
Внутренняя резьба		
13 $\frac{3}{8}$ и меньше	0,060 – 0,067	-
16 и больше	0,081 – 0,088	-

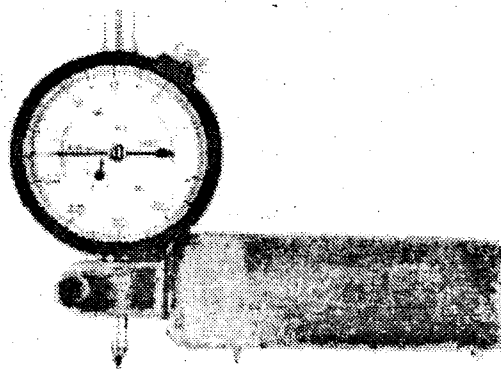


Рисунок 41 – Калибр сбега трапецевидной резьбы

Если резьба заканчивается до вершины треугольника (Таблица 13), подвижный наконечник помещается в последнюю канавку резьбы под углом 90° до окончания резьбы, и калибр поворачивается по часовой стрелке до тех пор, пока наконечник не выйдет из канавки резьбы и не пойдет по поверхности трубы.

Если резьба заканчивается рядом или за вершиной, поместите подвижный наконечник в канавку резьбы под углом 90° до вершины и поворачивайте калибр по часовой стрелке до тех пор, пока наконечник не пройдет вершину треугольника.

Сбег удовлетворительный, если индикатор с круговой шкалой не превышает $+0,005$ дюйма во время прохождения канавки резьбы. Показания шкалы индикаторы более $+0,005$ дюйма неприемлемо. Показания $+0,005$ дюйма и меньше и все отрицательные показания приемлемы.

Измерение сбega муфты не требуется, так как резьба непрерывная, поскольку она уходит с муфты.

8.5.6 Натяг

Натяг – это расстояние, измеренное от конца трубы или муфты до положения натяга на кольцевом калибре или калибре-пробке (Рисунки 38 и 42).

8.5.6.1 Наружная резьба – Кольцевой калибр

Кольцевой калибр применяется путем навинчивания кольцевого калибра вручную на контролируемый ниппельный конец трубы. Контрольная точка кольцевого калибра трапециевидной резьбы это основание надреза или конец калибра (Рисунок 42). Резьба является приемлемой, если конец трубы находится на одном уровне с концом калибра или видимым в пределах надреза.

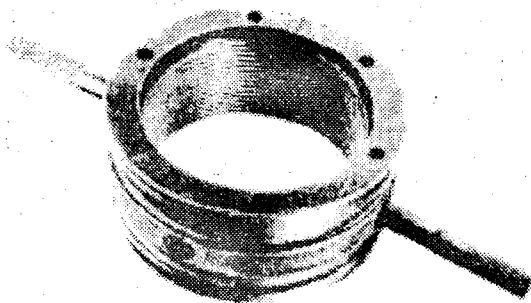


Рисунок 42 – Кольцевой калибр трапециевидной резьбы

8.5.6.2 Внутренняя резьба – Калибры-пробки

Некоторые калибры-пробки для трапецевидной резьбы - шаблонного типа (Рисунок 38). На шаблоне имеются два торца, представляющие предельный калибр ("годен-не годен"). Во время контроля должны использоваться оба торца. В других калибрах-пробках для трапецевидной резьбы применяются стальные масштабные линейки или иные измерительные приспособления для определения правильного натяга.

Пробка для трубы диаметром $7 \frac{5}{8}$ дюйма и меньше обычно удерживается в кондукторе, так что муфту можно навинчивать вручную на калибр-пробку. Калибры-пробки для муфт наружным диаметром больше $7 \frac{5}{8}$ дюйма должны быть снабжены средствами опоры, так чтобы калибр можно было навинчивать на муфту. Хорошо работает устройство противовеса. Муфта должна жестко удерживаться во время установки калибра, поскольку вес калибра заставит муфту поворачиваться. Когда калибр установлен на место, шаблон – один торец за раз – помещается на конец муфты. Ступенька короткого торца должна либо соприкоснуться с концом муфты и концом пробки, либо должно быть пространство между ступенькой и калибром. Подобным образом, ступенька длинного конца должна либо соприкасаться с концом муфты и концом калибра, либо должно быть пространство между ступенькой и концом пробки (Рисунок 38).

Оба условия должны быть выполнены, чтобы считать муфту пригодной. Точную калибровку можно выполнить только до покрытия резьбы. Кроме того, точная калибровка муфты, которая установлена вручную на ниппельный конец трубы, невозможна. Это действительно, даже если муфта снята с ниппельного конца.

Когда в муфте прорезана канавка для уплотнительного кольца, на некоторых муфтах точная калибровка может оказаться невозможной из-за воздействия пластичного исчезающего скошенного края, где нитки резьбы входят и уходят с канавки уплотнительного кольца. Показания калибра-пробки можно снять либо до вырезания уплотнительного кольца, либо после удаления пластичного скошенного края. Способ, которым удаляется исчезающий скошенный край, не должен повредить оставшуюся резьбу.

Таблица 15 – Трубы с безмуфтовым соединением

1	2		3	4	5	6	7	8		9
	от 5" до 7 ¹ / ₈ "				от 8 ¹ / ₄ " до 10 ¹ / ₄ "					
	ниппель (дюйм)		муфта (дюйм)		ниппель (дюйм)		муфта (дюйм)			
	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.		
Резьба	3,7825	3,8225	-	-	4,9950	5,0250	-	-		
Буртик уплотнения	3,8725	3,9175	3,9950	3,9950	5,0950	5,1250	5,1890	5,2390		
Точка касания	4,1720	4,2340	-	-	5,4534	5,5315	-	-		
Конец соединения	4,5600	4,6000	-	-	6,0325	6,0725	-	-		
Полн. длина резьбы	-	-	3,8425	3,8825	-	-	5,0640	5,1140		
Сбег уплотнения	-	-	4,3730	4,4230	-	-	5,6890	5,7390		
Буртик соединения	-	-	4,7050	4,7750	-	-	6,1775	6,2475		

8.6 КОНТРОЛЬ РЕЗЬБЫ БЕЗМУФТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

8.6.1 Длина резьбы

Различные длины, связанные с безмуфтовой резьбой, можно контролировать с помощью масштабной линейки (с делениями 0,01 дюйма) или шаблонов. Любой метод удовлетворителен. Контроль облегчается использованием шаблонов, поскольку на шаблонах отмечены различные длины и допуски (Рисунок 43). Однако, шаблоны следует проверять на точность с помощью инструментального микроскопа или иной лабораторной техники.

Требуются два шаблона для диапазона размеров безмуфтовых труб: (а) наружным диаметром от 5" до 7 ⁵/₈" и (б) наружным диаметром от 8 ⁵/₈" до 10 ³/₄".

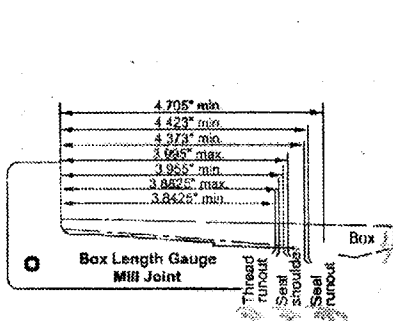
Четыре длины должны быть измерены отдельно на ниппельной и муфтовой резьбе (Рисунки 44 и 45 и Таблица 15). Масштабная линейка или шаблон располагается по одной линии параллельно с осью резьбы. Размеры снимаются непосредственно с масштабной линейки или шаблона (Рисунки 46 и 47). Длина до точки касания измеряется подобным образом после того, как установлена точка касания, с помощью кольцевого калибра (будет описано позже).

Длина резьбы является удовлетворительной, если все значения находятся в заданных пределах (Таблица 15).

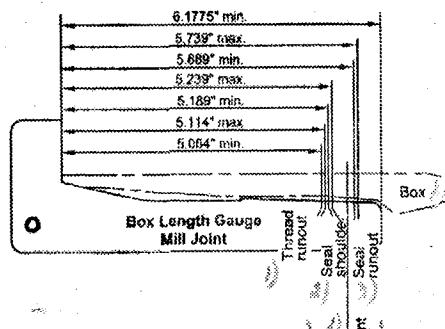
8.6.2 Высота резьбы

Высота резьбы – это измерение расстояния от канавки резьбы до вершины резьбы перпендикулярно оси резьбы (Рисунок 7). Для всех размеров безмуфтовых обсадных труб используется тот же тип калибра (Рисунок 18).

Для продукции наружным диаметром от 5 дюймов до 7 ⁵/₈ дюйма рекомендованные наконечники скошены на ¹/₈ дюйма от 0,062 дюйма до 0,050 дюйма. Для продукции от 8 ⁵/₈ дюйма до 10 ³/₄ дюйма рекомендованные наконечники скошены на ¹/₈ дюйма от 0,079 дюйма до 0,050 дюйма (Таблица 7).

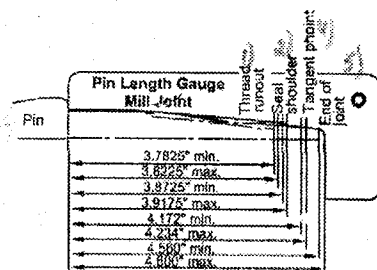


Калибр длины муфтового конца
Заводское соединение



Калибр длины муфтового конца
Заводское соединение

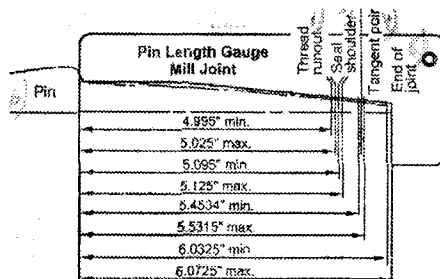
Калибр длины ниппельного конца Заводское соединение



БЕЗМУФТОВАЯ ОБСАДНАЯ ТРУБА
НАРУЖНЫЙ ДИАМЕТР от 5\"

- 1) Сбег резьбы
- 2) Буртик уплотнения
- 3) Сбег уплотнения
- 4) Точка касания

Калибр длины ниппельного конца Заводское соединение



БЕЗМУФТОВАЯ ОБСАДНАЯ ТРУБА
НАРУЖНЫЙ ДИАМЕТР от 8 5/8\"

- 5) Конец соединения
- 6) Ниппельный конец
- 7) Муфтовый конец

Рисунок 43 – Шаблоны труб с безмуфтовым соединением

8.6.2.1 Регулировка калибра

Точность калибра проверяется с помощью установочных эталонов, имеющих два плоских участка и канавку с прилежащим углом 12° (Таблица 16 и Рисунок 48). Индикатор с уравновешенным циферблатом следует настроить на нуль, когда наконечник находится в канавке рабочей поверхности резьбы с углом 6° (Рисунок 48). Индикатор с непрерывным циферблатом должен показывать высоту резьбы, отмеченную на установочном эталоне, когда наконечник находится в основании канавки (Таблица 17). Не требуется никакого измерения диаметра наконечника, поскольку наконечник не зависит по точности от рабочей поверхности или V-образного контакта.

8.6.2.2 Наложение калибра

Калибр с уравновешенным циферблатом устанавливает разницу между глубиной установочного эталона и контролируемой высотой резьбы. Применяются те же методики выравнивания и качания, что и обсуждавшиеся в разделе 8.3 для круглой резьбы. Разрешенный допуск составляет $\pm 0,001$ дюйма. Резьбу следует контролировать в пределах конусов А и В (Рисунки 44 и 45).

Калибр с непрерывным циферблатом измеряет расстояние от линии вершин до канавки резьбы. Снова, применяются меры предосторожности выравнивания и качания калибра. Допустимая погрешность составляет $\pm 0,001$ дюйма от глубины установочного эталона (Таблица 17). Резьбу следует проверять в пределах конусов А и В (Рисунки 44 и 45).

8.6.3 Шаг

Шаг – это расстояние от конкретной точки на нитке резьбы до соответствующей точки на следующей нитке резьбы, измеренное параллельно оси резьбы.

Для контроля безмуфтовых труб используется стандартный калибр шага (Рисунок 26), снабженный шариковым наконечником с пологим основанием, имеющим плоский участок диаметром 0,023 дюйма (Таблица 9).

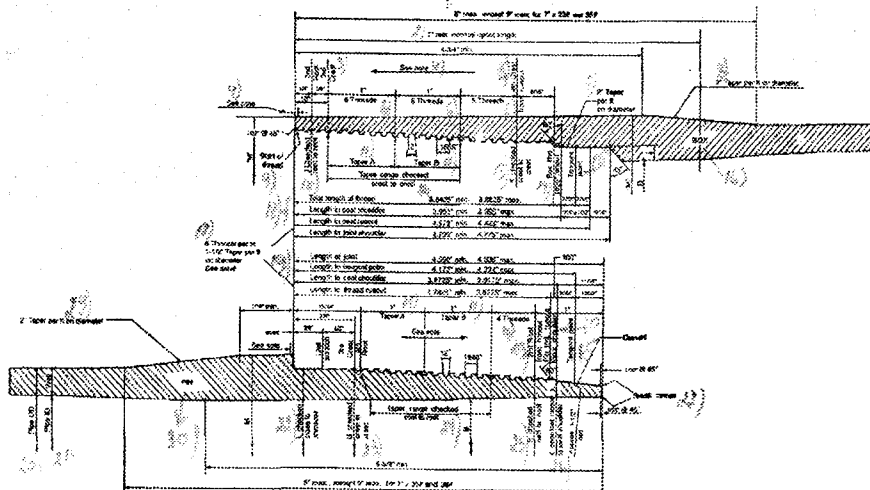
Регулировка калибра шага, используемого для безмуфтовой резьбы, идентична регулировке для круглой резьбы.

Таблица 16 – Размеры установочного эталона калибра высоты безмуфтовой трубы

1	2	3
	Ниппельный конец (дюйм)	Муфтовый конец (дюйм)
Обсадная труба наружным диаметром от 5" до 7 ⁵ / ₈ "		
Ширина канавки у основания 6" рабочей поверхности	0,0800	0,0800
Глубина канавки от первой плоскости	0,0488	0,0558
Глубина канавки от второй плоскости	0,0592	0,0662
Обсадная труба наружным диаметром от 8 ⁵ / ₈ " до 10 ³ / ₄ "		
Ширина канавки у основания 6" рабочих поверхностей	0,1000	0,1000
Глубина канавки от первой плоскости	0,0688	0,0758
Глубина канавки от второй плоскости	0,0792	0,0862

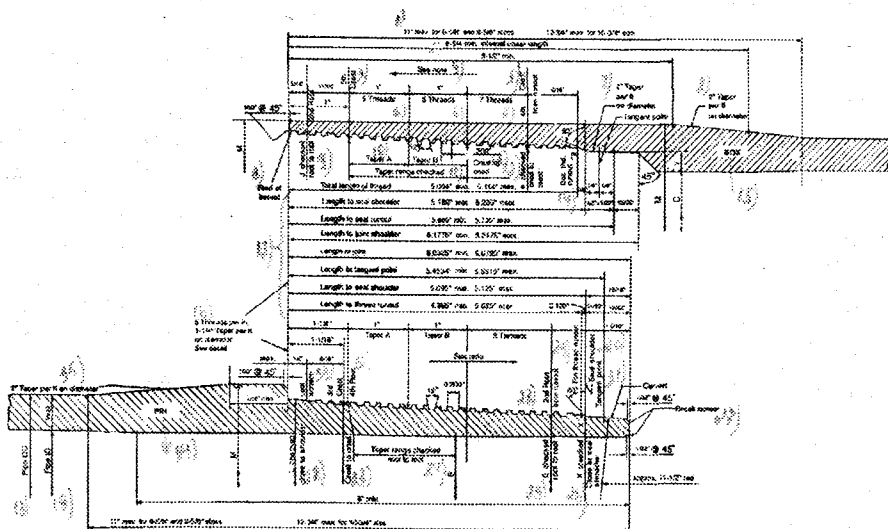
Таблица 17 – Калибр высоты безмуфтовой трубы

1	2	3	4	5
	нипель (дюйм)		муфта (дюйм)	
	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.
от 5" до 7 ⁵ / ₈ "	0,053	0,055	0,060	0,062
от 8 ⁵ / ₈ " до 10 ³ / ₄ "	0,073	0,075	0,080	0,082



- 1) 8" макс., кроме 9" для 7" x 35# и 38#
- 2) 7" мин. длина внутренней высадки
- 3) 2-я канавка 3-я вершина
- 4) смотрите примечание
- 5) 4-я вершина от сбега
- 6) ... ниток
- 7) конус 2" на фут по диаметру
- 8) конус 2" на фут по диаметру
- 9) начало резьбы
- 10) проверено от канавки до канавки
- 11) конус
- 12) диапазон конуса проверен от вершины до вершины
- 13) проверено от вершины до вершины
- 14) сбеги резьбы муфтового конца
- 15) точка касания
- 16) муфтовый конец
- 17) 6 ниток на дюйм, 1-1/2" скос на дюйм по диаметру. См. детали
- 18) а. полная длина резьбы
b. длина до буртика уплотнения
c. длина до сбега уплотнения
d. длина до буртика соединения
- 19) а. длина соединения
b. длина до точки касания
c. длина до буртика уплотнения
d. длина до сбега резьбы
- 20) наружный диаметр трубы
- 21) внутренний диаметр трубы
- 22) проверено близко к буртику
- 23) проверено от вершины до вершины
- 24) диапазон конуса проверен от канавки до канавки
- 25) проверено от канавки до канавки
- 26) проверено близко к буртику уплотнения
- 27) угол разрыва
- 28) 8" макс., кроме 9" для 7" x 35# и 38#
- 29) конус 2" на фут по диаметру
- 30) нипельный конец

Рисунок 44 – Конфигурация обсадной безмуфтовой трубы
наружным диаметром от 5" до 7⁵/₈"



- 1) 11" макс. для $8\frac{5}{8}$ и $9\frac{5}{8}$ ", $12\frac{3}{4}$ " макс для $10\frac{3}{4}$ "
- 2) $8\frac{3}{4}$ " мин. длина внутренней высадки
- 3) 5-я вершина
- 4) смотрите примечание
- 5) 4-я вершина от сбега
- 6) ...ниток
- 7) конус 2" на фут по диаметру
- 8) начало резьбы
- 9) проверено от канавки до канавки
- 10) конус
- 11) диапазон конуса проверен
- 12) проверено от вершины до вершины
- 13) от вершины до вершины
- 14) сбеги резьбы муфтового конца
- 15) муфтовый конец
- 16) 5 ниток на дюйм, 1-1/4" скос на дюйм по диаметру. См. детали
- 17) а. полная длина резьбы
б. длина до буртика уплотнения
с. длина до сбега уплотнения
д. длина до буртика соединения
е. длина соединения
- ф. длина до точки касания
- г. длина до буртика уплотнения
- h. длина до сбега резьбы
- 18) наружный диаметр трубы
- 19) внутренний диаметр трубы
- 20) 11" макс. для $8\frac{7}{8}$ и $9\frac{7}{8}$ "
- 21) $12\frac{3}{4}$ " макс для $10\frac{3}{4}$ "
- 22) проверено близко к буртику
- 23) от вершины до вершины
- 24) диапазон конуса проверен от канавки до канавки
- 25) проверено от канавки до канавки
- 26) проверено близко к буртику уплотнения
- 27) угол разрыва
- 28) 2-я канавка от сбега
- 29) Сбег резьбы ниппельного конца
- 30) Буртик уплотнения
- 31) Точка касания
- 32) 3-я вершина 4-я канавка
- 33) Последняя риска
- 34) ниппельный конец
- 35) конус 2" на фут по диаметру

Рисунок 45 – Конфигурация обсадной безмуфтовой трубы
наружным диаметром от $8\frac{5}{8}$ " до $10\frac{3}{4}$ "

8.6.3.1 Измерение на дюйм

8.6.3.1.1 Наружная резьба

Область, на которой можно проверить шаг, ограничена примерно до 1½ дюйма, начиная примерно с 1½ дюйма от буртика nippleного конца для всех размеров (Рисунки 44 и 45). Соответственно, необходимо выполнить измерение только одного 1-дюймового шага. Методика идентична методике для круглой резьбы, которая обсуждалась ранее. Допуск на шаг составляет $\pm 0,003$ дюйма на дюйм для всех размеров.

8.6.3.1.2 Внутренняя резьба

Область, на которой можно проверить шаг, ограничена примерно до 1½ дюйма, начиная примерно с 1½ дюйма от муфтового конца (Рисунки 44 и 45). Соответственно, необходимо выполнить измерение только одного 1-дюймового шага. Методика идентична той, которая обсуждалась в 8.3.3. Допуск на шаг составляет $\pm 0,003$ дюйма на дюйм для всех размеров.

8.6.3.2 Измерение совокупного шага

8.6.3.2.1 Наружная резьба

Совокупный шаг определяется на конусах А и В (Рисунки 44 и 45). Для размеров от 5 дюймов до 7½ дюйма измерение совокупного шага начинается в четвертой канавке резьбы от сбега резьбы, смежной с уплотнением. Для размеров от 8½ дюйма до 10½ дюйма измерение совокупного шага начинается в шестой канавке резьбы от сбега резьбы, смежной с уплотнением. Длина совокупного шага и допуск на шаг составляют 2 дюйма и $\pm 0,006$ дюйма, соответственно, для всех размеров.

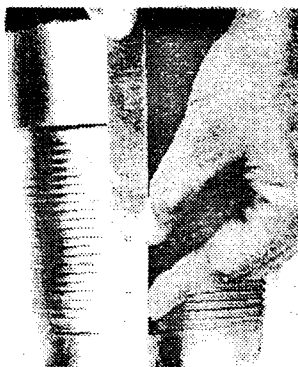


Рисунок 46 — Масштабная линейка, приложенная к nippleному концу безмуфтовой трубы для измерения длина резьбы

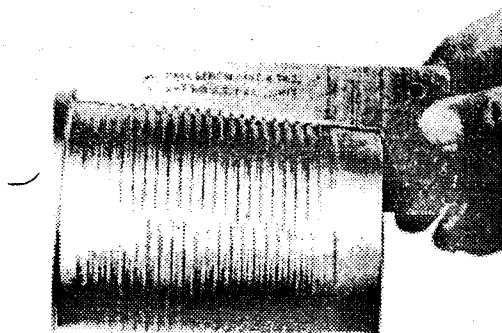


Рисунок 47 — Измерение длины безмуфтового соединения с помощью шаблонов

8.6.3.2.2 Внутренняя резьба

Совокупный шаг определяется на конусах А и В (Рисунки 44 и 45). Для размеров от 5 дюймов до $7\frac{3}{8}$ дюйма измерение совокупного шага начинается в шестой канавке резьбы от открытого муфтового конца. Для размеров от $8\frac{3}{8}$ дюйма до $10\frac{1}{4}$ дюйма измерение совокупного шага начинается в восьмой канавке резьбы от открытого муфтового конца. Длина совокупного шага и допуск на шаг составляют 2 дюйма и $\pm 0,006$ дюйма, соответственно, для всех размеров.

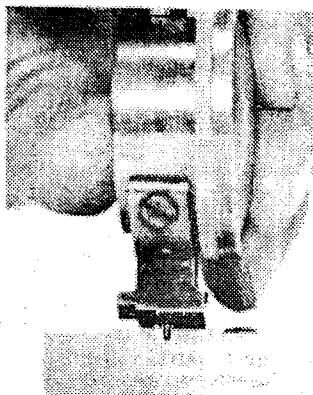


Рисунок 48 — Установочный эталон калибра высоты резьбы безмуфтового соединения

8.6.4 Конус

Конус — это изменение в диаметре делительной окружности резьбы, выраженное в дюймах на фут длины резьбы. Конус на муфтовом конце беззамкового соединения измеряется по вершине к вершине (API Spec 5B). Конус ниппельного конца измеряется канавка к канавке.

8.6.4.1 Калибр

Для измерения конуса применяются следующие типы измерительных инструментов:

- a. Наружный — штангенциркуль конуса резьбы (Рисунок 28).
- b. Внутренний — калибр конуса для резьбы наружным диаметром $4\frac{1}{2}$ дюйма (Рисунок 29).
- c. Внутренний микрометр (Рисунок 49).

Калибры с круговой шкалой снабжены индикаторами с круговой шкалой непрерывного типа.

Рекомендованные для калибра 0,060-дюймовые наконечники штыревого типа имеют сплюсненные контактные концы (Таблица 10). Для наконечника не нужен какой-либо допуск на размер, поскольку он не соприкасается с рабочими поверхностями резьбы.

Каждая муфтовая и ниппельная резьба безмуфтового соединения включает два разных конуса (Рисунки 44 и 45). Соответственно, каждый конус следует определять и контролировать отдельно.

Применение калибров идентично методике, описанной в 8.3.4.

8.6.4.2 Наложение калибра

8.6.4.2.1 Наружная резьба

Конус А для труб наружным диаметром от 5 дюймов до $7\frac{5}{8}$ дюйма находится в $\frac{15}{16}$ дюйма от буртика ниппельного конца ($1\frac{1}{8}$ дюйма для труб наружным диаметром от $8\frac{5}{8}$ дюйма до $10\frac{3}{4}$ дюйма), [Рисунок 45] (в канавке резьбы) и простирается на 1 дюйм по направлению к меньшему концу ниппеля. Конус В для труб наружным диаметром от 5 дюймов до $7\frac{5}{8}$ дюйма (Рисунок 44) находится в $\frac{15}{16}$ дюйма от буртика ниппельного конца ($2\frac{1}{8}$ дюйма для труб наружным диаметром от $8\frac{5}{8}$ дюйма до $10\frac{3}{4}$ дюйма), Рисунок 45, в той же канавке резьбы, что и конус А. Он также простирается на 1 дюйм по направлению к уплотнительному концу соединения.

Те же инструкции распространяются на регулировку калибра конуса (Рисунки 28 и 31) на каждом конусе (А и В) безмуфтовой резьбы, что и применяемые для круглой резьбы. Однако, калибр необходимо регулировать дважды, один раз для каждого конуса. 1-дюймовый интервал контроля следует определять тщательно, так чтобы интервал калибра включал только один конус.

Допуски на конус ниппельного конца следующие:

Измерение конуса резьбы безмуфтового соединения

Наружный диаметр трубы (дюйм)	Конусы А и В (дюйм на дюйм)	
	Минимальный	Максимальный
от 5" до 7 ⁵ / ₈ "	0,123	0,127
от 8 ⁵ / ₈ " до 10 ³ / ₄ "	0,102	0,106

8.6.4.2.2 Внутренняя резьба

Конус А для труб наружным диаметром от 5 дюймов до 7 ⁵/₈ дюйма находится в 1/2 дюйма (1 1/2 дюйма для труб наружным диаметром от 8 ⁵/₈ дюйма до 10 1/4 дюйма), (Рисунок 45), от торца открытого конца муфты на третьей вершине резьбы и простирается на 1 дюйм по направлению к области уплотнения. Конус В для труб наружным диаметром от 5 дюймов до 7 ⁵/₈ дюйма (Рисунок 44) находится в 1 1/2 дюйма [2 1/8 дюйма для труб наружным диаметром от 8 ⁵/₈ дюйма до 10 1/4 дюйма], (Рисунок 45), от торца открытого конца муфты (та же вершина резьбы, что и для меньшего диаметра конуса А). Этот конус также простирается на 1 дюйм по направлению к уплотнительному концу соединения.

Инструкции для контроля конуса круглой резьбы также распространяются на безмуфтовую резьбу, за исключением того, что следует осуществлять два отдельных контроля (конусы А и В). Кроме того, контроль производится от вершины к вершине (Рисунок 49).

8.6.4.2.3 Внутренний микрометр

Внутренний микрометр (Рисунок 49) нельзя обнулить. Соответственно, снимается показание разности между внутренними диаметрами (вершина к вершине) на каждом дюйме отдельно.

Конусы «вершина к вершине» для муфтовых элементов следующие:

Измерение конуса резьбы безмуфтового соединения

Наружный диаметр трубы (дюйм)	Конус (дюйм на дюйм)			
	А		В	
	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.
от 5" до 7 ⁵ / ₈ "	0,123	0,128	0,123	0,127
от 8 ⁵ / ₈ " до 10 ³ / ₄ "	0,102	0,107	0,102	0,106

8.6.5 Ширина резьбы

Ширина резьбы – это измерение (а) зазора между рабочими поверхностями резьбы и (б) формы канавки резьбы.

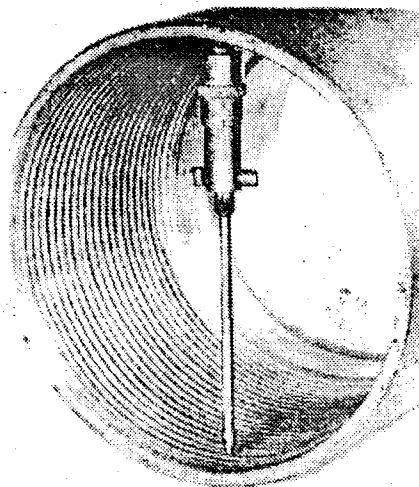


Рисунок 49 – Внутренний микрометр, совмещенный с плоскими участками для измерения от вершины к вершине.

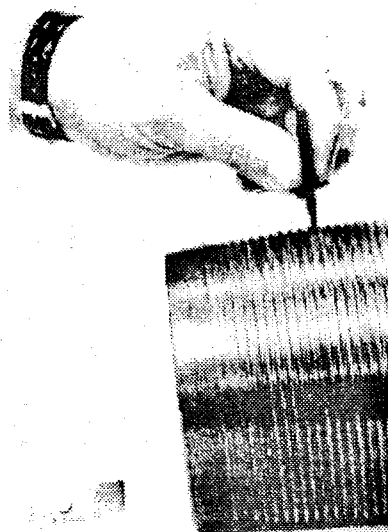


Рисунок 50 – Предельный калибр ширины резьбы безмуфтового соединения

8.6.5.1 Калибры

Ширина резьбы контролируется с помощью предельного калибра (типа «годен - не годен») (Рисунок 51) или микроскопа для резьбы (Раздел 9). Требуется два размера предельных калибров: один калибр для 6-ниточных изделий (от 5 дюймов до $7\frac{1}{8}$) и второй для 5-ниточных изделий (от $8\frac{3}{8}$ дюйма до $10\frac{1}{4}$ дюйма). Контроль следует производить только в одной точке на резьбе, предпочтительно в пересечении конусов А и В или рядом с ним.

8.6.5.2 Применение калибра

Ширину наружной и внутренней резьбы можно измерить с помощью того же предельного калибра (Рисунок 50) или с помощью микроскопа контура резьбы. Предельный калибр удобнее для использования, чем микроскоп. Соответственно, он будет осуждаться здесь. Наконечники предельного калибра покрыты железной лазурью, так что можно заметить контакт канавки резьбы с калибром. Конец предельного калибра, после покрытия синей краской, вставляется на полную глубину в резьбу на продольной линии контроля (Рисунок 16) рядом с пересечением конусов А и В ($1\frac{15}{16}$ дюйма от буртика ниппельного конца для труб наружным диаметром от 5 дюймов до $7\frac{3}{8}$ дюйма, $2\frac{1}{8}$ дюйма для труб наружным диаметром от $8\frac{3}{8}$ дюйма до $10\frac{1}{4}$ дюйма). Контакт между концом калибра и основанием канавки резьбы возникать не должен. Таким образом, голубая краска не будет переноситься на основание канавки резьбы. Снимите калибр и осмотрите, чтобы убедиться, что голубая краска не была перенесена.

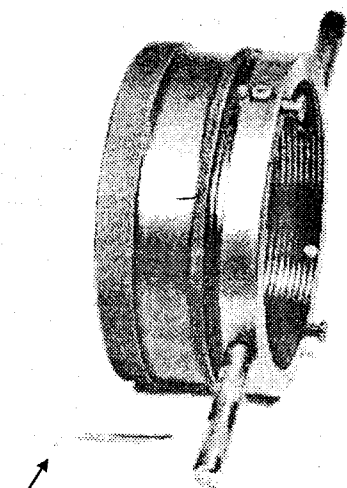
Переверните калибр. Проходной конец калибра, после покрытия синей краской, вставляется в канавку резьбы в том же месте, что и непроходной калибр. Должен произойти контакт между концом калибра и канавкой резьбы. Таким образом, голубая краска должна перейти в канавку резьбы. Снимите калибр и осмотрите, чтобы убедиться, что голубая краска была перенесена.

Ширина резьбы удовлетворительная, если выполнены оба указанных выше условия.

8.6.6 Натяг

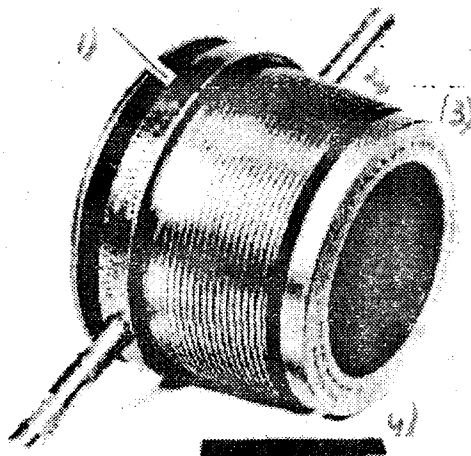
Натяг — это расстояние, измеренное по оси между концом трубы или муфты и фиксированным положением на кольцевом калибре или калибре-пробке. Правильные размер по диаметру резьбы и уплотнения измеряется с помощью кольцевых калибров и калибров-пробок (Рисунки 51 и 52) в соединении с предельными калибрами. Кольцевые калибры и калибры-пробки предусмотрены для каждого размера контролируемой обсадной трубы. Однако, могут потребоваться различные предельные толщиномеры (Рисунки 51 и 52) для разного веса на фут обсадной трубы (Таблица 18). Каждый толщиномер способен измерять четыре размера от края до края торца (Рисунки 53 и 54).

Для резьбы безмуфтовых соединений существуют те же уровни калибров, что и для круглой резьбы. Опять же, контроль производится с помощью рабочего калибра, если не возникают разногласия.



Толщиномер для проверки
натяга резьбы и уплотнения

Рисунок 51 – Кольцевой калибр
для резьбы безмуфтового
соединения со скользящим
кольцом контроля уплотнения



1) Прорезь для проверки 3) Элемент уплотнения
2) Элемент резьбы 4) Толщиномер

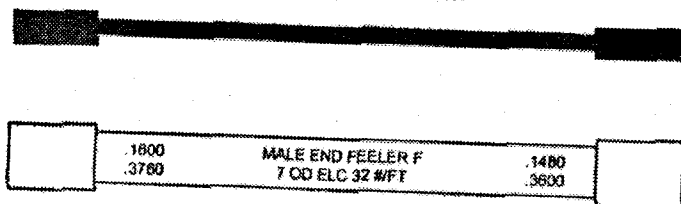
Рисунок 52 – Калибр-пробка для резьбы
безмуфтового соединения со скользящим
кольцом контроля уплотнения

8.6.6.1 Наружная резьба – Кольцевой калибр

Кольцевой калибр для безмуфтового соединения – это калибр, состоящий из двух элементов (Рисунок 51). Один элемент контролирует диаметр резьбы. Другой элемент соприкасается с изогнутым уплотнением рядом с меньшим концом ниппеля (Рисунки 43 и 45). Эта поверхность калибра, соприкасающаяся с уплотнением, покрывается железной лазурью перед стыковкой калибра с контролируемой резьбой. Покрытие синей краской не требуется каждый раз при использовании калибра. Как правило, покрытие синей краской производится, когда предполагается проблема с уплотнением.

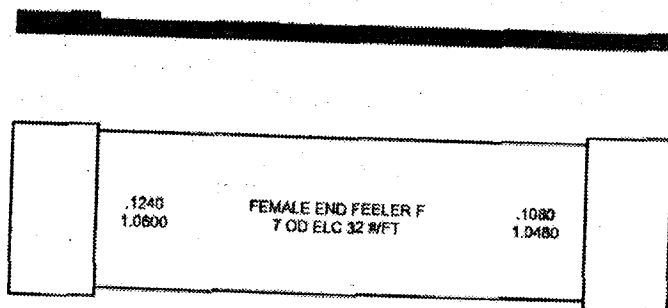
Калибр надвигается на резьбу, тогда как кольцевой калибр уплотнения полностью отведен (вытянут из резьбы трубы). Кроме того, кольцевой калибр резьбы продвигается вперед наряду с приложением осевого оттягивающего усилия (вытягивание из трубы), так что устраняется весь зазор между рабочими поверхностями свинчивания калибра и резьбой изделия. Уплотнительное кольцо вращается и проталкивается (вперед) до соприкосновения с уплотнением ниппельного конца с помощью верхней части согнутой в суставе ладони после того, как кольцевой калибр резьбы установлен вручную. Уплотнительное кольцо отметит точку касания уплотнения как синюю линию, так что измерение длины (Рисунки 44 и 45) можно будет произвести после снятия кольцевого калибра. Вдобавок, непрерывная синяя линия будет видна на уплотнении ниппельного конца для приемлемого элемента.

Чтобы измерить диаметр резьбы, вставьте предельный калибр (Рисунок 53) между передней частью кольцевого калибра и буртиком ниппельного конца изделия (Рисунок 55). Меньший из широких концов предельного калибра проскользнет в промежуток, но больший конец не должен войти в промежуток. Если эти условия выполняются, диаметр резьбы ниппельного конца приемлем.



ТОЛЩИНОМЕР С ВХОДЯЩИМ КОНЦОМ

Рисунок 53 – Предельный толщиномер для кольцевого калибра безмуфтового соединения



ТОЛЩИНОМЕР С ОХВАТЫВАЮЩИМ КОНЦОМ

Рисунок 54 – Предельный толщиномер для калибра-пробки безмуфтового соединения

Чтобы измерить диаметр уплотнения, вставьте предельный калибр (Рисунок 53) (повернутый в данный момент на 90°) между концом ниппеля и торцом уплотнительного элемента (Рисунок 56). Меньший конец предельного калибра должен проскользнуть в промежуток на конце скользящего ниппельного конца, но больший конец не должен войти в этот промежуток. Если эти условия выполняются, диаметр уплотнения ниппельного конца приемлем.

Контактная поверхность уплотнения ниппельного конца должна иметь непрерывное синее кольцо, видимое после снятия кольцевого калибра. В противном случае, ниппельный конец неприемлем.

Когда калибр уплотнения продвигается на место, калибр следует закрепить в этом положении. Таким образом, нужно было бы нанести резкий удар упором ладоней по ручкам калибра, чтобы отвинтить калибр.

8.6.6.2 Внутренняя резьба – Калибр-пробка

Калибр-пробка для безмуфтового соединения – это калибр, состоящий из двух элементов (Рисунок 52). Один элемент контролирует диаметр резьбы. Другой элемент соприкасается с прямым уплотнением рядом с меньшим муфтовым концом (Рисунки 44 и 45). Эта поверхность калибра, соприкасающаяся с уплотнением, покрывается железной лазурью перед стыковкой калибра с контролируемым муфтовым концом. Покрытие уплотнения синей краской не требуется каждый раз при использовании калибра. Как правило, покрытие синей краской производится, когда предполагается проблема с уплотнением.

Калибр навинчивается на муфтовый элемент, тогда как элемент уплотнения полностью отведен (вытянут из резьбы трубы). Кроме того, калибр-пробка резьбы продвигается вперед в муфтовый элемент с приложением осевого оттягивающего усилия (вытягивание из трубы), так что устраняется весь зазор между рабочими поверхностями свинчивания калибра и резьбой муфтового элемента. Уплотняющая пробка вращается и проталкивается (вперед) до соприкосновения с уплотнением муфтового элемента с помощью верхней части согнутой в суставе ладони после того, как кольцевой калибр резьбы установлен вручную. Уплотняющая пробка перенесет железную лазурь на поверхность уплотнения муфтового элемента. Появится непрерывная синяя линия контакта на поверхности уплотнения муфтового элемента для приемлемого изделия. Эту контактную линию можно видеть после снятия калибра с муфтового элемента.

Чтобы измерить *диаметр резьбы*, вставьте предельный калибр (Рисунок 54) между калибром-пробкой резьбового элемента и концом муфтового элемента (Рисунок 57). Меньший конец предельного калибра должен проскользнуть в промежуток, но больший конец войти не должен. Если эти условия выполняются, диаметр резьбы муфтового элемента приемлем.

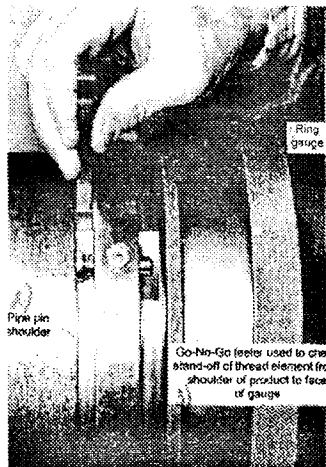
Чтобы измерить *диаметр уплотнения*, вставьте предельный калибр (повернутый в данный момент на 90°) в зазор, предусмотренный в калибре-пробке (Рисунки 52 и 58) между концом муфтового элемента изделия и торцом уплотнительного элемента (Рисунок 58). Меньший конец предельного калибра должен проскользнуть в зазор, но больший конец не должен войти в этот зазор. Если эти условия выполняются, диаметр уплотнения муфтового элемента приемлем.

Контактная поверхность уплотнения муфтового конца изделия должна иметь непрерывное синее кольцо, видимое после снятия калибра-пробки. В противном случае, муфтовый элемент неприемлем.

Когда уплотнительный элемент продвигается на место, калибр-пробку следует закрепить на муфтовом элементе. Таким образом, нужно было бы нанести резкий удар упором ладоней по ручкам калибра, чтобы отвинтить калибр.

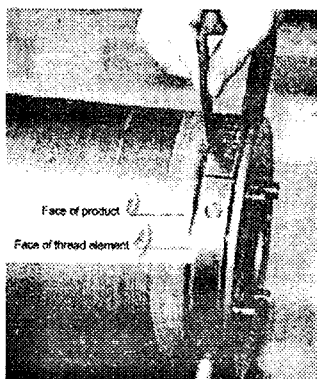
Таблица 18 – Размеры предельных толщиномеров для кольцевых калибров и калибров-пробок безмуфтовых соединений

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Наружный диаметр (дюйм)	Номинальный вес (фунт/фут)	Замер до натяга изделия (дюйм)							
		От кольца до ниппеля				от пробки до муфты			
		уплотнение		резьба		уплотнение		резьба	
		Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.
5	15.00	0.144	0.156	0.326	0.342	1.042	1.054	0.720	0.880
	18.00	0.144	0.156	0.326	0.342	1.042	1.054	0.720	0.880
	15.50	0.139	0.151	0.310	0.326	1.039	1.051	0.060	0.076
	17.00	0.139	0.151	0.310	0.326	1.039	1.051	0.060	0.076
5 1/2	20.00	0.139	0.151	0.310	0.326	1.039	1.051	0.060	0.076
	23.00	0.136	0.148	0.306	0.322	1.036	1.048	0.056	0.072
	24.00	0.148	0.160	0.338	0.374	1.048	1.060	0.108	0.124
6 3/8	28.00	0.145	0.157	0.354	0.370	1.045	1.057	0.104	0.120
	32.00	0.142	0.154	0.350	0.366	1.042	1.054	0.100	0.116
	23.00	0.151	0.163	0.364	0.380	1.051	1.063	0.112	0.128
	26.00	0.151	0.163	0.364	0.380	1.051	1.063	0.112	0.128
7	29.00	0.151	0.163	0.364	0.380	1.051	1.063	0.112	0.128
	32.00	0.148	0.160	0.360	0.376	1.048	1.060	0.108	0.124
	35.00	0.145	0.157	0.356	0.372	1.045	1.057	0.104	0.120
	38.00	0.145	0.157	0.356	0.372	1.045	1.057	0.104	0.120
7 5/8	26.40	0.157	0.169	0.350	0.366	1.057	1.069	0.104	0.120
	29.70	0.157	0.169	0.350	0.366	1.057	1.069	0.104	0.120
	33.70	0.154	0.166	0.346	0.362	1.054	1.066	0.100	0.116
	39.00	0.151	0.163	0.342	0.358	1.051	1.063	0.096	0.112
8 5/8	32.00	0.160	0.172	0.355	0.374	1.060	1.072	0.106	0.125
	36.00	0.160	0.172	0.355	0.374	1.060	1.072	0.106	0.125
	40.00	0.157	0.169	0.350	0.370	1.057	1.069	0.101	0.120
	44.00	0.154	0.166	0.346	0.365	1.054	1.066	0.096	0.115
9 5/8	49.00	0.151	0.163	0.341	0.360	1.051	1.063	0.091	0.110
	40.00	0.160	0.172	0.355	0.374	1.060	1.072	0.106	0.125
	43.50	0.160	0.172	0.355	0.374	1.060	1.072	0.106	0.125
	47.00	0.160	0.172	0.355	0.374	1.060	1.072	0.106	0.125
10 3/4	53.50	0.154	0.166	0.346	0.365	1.054	1.066	0.096	0.115
	45.50	0.154	0.166	0.346	0.365	1.054	1.066	0.096	0.115
	51.00	0.154	0.166	0.346	0.365	1.054	1.066	0.096	0.115
	55.50	0.154	0.166	0.346	0.365	1.054	1.066	0.096	0.115
	60.70	0.154	0.166	0.346	0.365	1.054	1.066	0.096	0.115



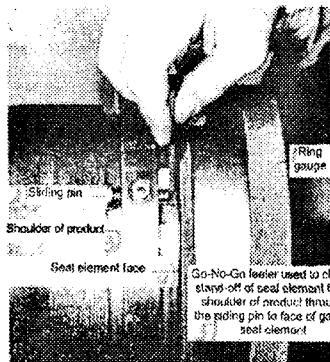
- 1) Кольцевой калибр
- 2) Буртик ниппеля трубы
- 3) Предельный толщиномер для проверки натяга резьбового элемента от буртика изделия до торца калибра

Рисунок 55 – Кольцевой калибр для резьбы безмуфтового соединения, установленный вручную, и продвинутое уплотнительное кольцо (Обратите внимание на применение предельного калибра)



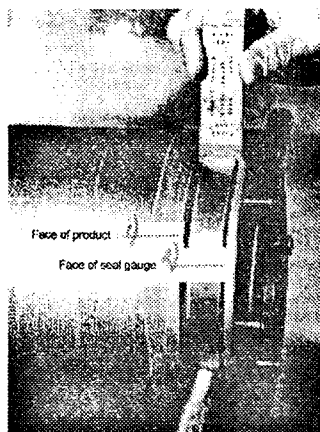
- 1) торец изделия 2) торец резьбового элемента

Рисунок 57 – Калибр-пробка для резьбы безмуфтового соединения, установленный вручную, и продвинутая уплотнительная пробка (Обратите внимание на применение предельного калибра)



- 1) Кольцевой калибр
- 2) Скользящий ниппель
- 3) Буртик изделия
- 4) Торец элемента уплотнения
- 5) Предельный толщиномер для проверки натяга уплотнительного элемента от буртика изделия через скользящий ниппель до торца калибра уплотнительного элемента

Рисунок 56 – Кольцевой калибр для резьбы безмуфтового соединения, установленный вручную, и продвинутое уплотнительное кольцо (Предельный калибр в положении для измерения диаметра уплотнения)



- 1) торец изделия 2) торец уплотнит. элемента

Рисунок 58 – Калибр-пробка для резьбы безмуфтового соединения, установленный вручную, и продвинутое уплотнительное кольцо (Предельный калибр в положении для измерения диаметра уплотнения)

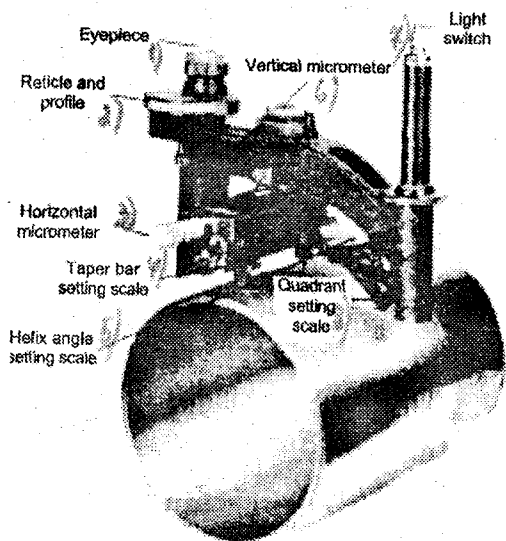
9 Дополнительные измерения

9.1 МИКРОСКОП ПРОФИЛЯ РЕЗЬБЫ

Форму и углы резьбы можно проверить с помощью контурного микроскопа (Рисунок 59). Эти микроскопы изготавливаются несколькими компаниями. Каждая модель отличается по конфигурации и режиму работы. Поэтому в данном документе не предпринимается попытки описать работу микроскопа. Вместо этого, обратитесь к руководству изготовителя, поставляемому с микроскопом.

Используйте контурный микроскоп для проверки углом рабочей поверхности резьбы или формы наружной резьбы. Микроскоп подгоняется к резьбе в соответствии с инструкциями изготовителя (Рисунок 59), шаблон формы резьбы устанавливается и настраивается для соответствия контролируемой резьбе, и погрешность, если таковая имеется, регистрируется на установленной шкале.

Чтобы использовать микроскоп на внутренней резьбе, сделайте копию резьбы с помощью такого материала, как гипс. Копия рассматривается под микроскопом как негативное изображение резьбы изделия.



- 1) Окуляр
- 2) Сетка и профиль
- 3) Горизонтальный микрометр
- 4) Шкала установки конусного стержня

- 5) Шкала установки угла наклона линии зуба
- 6) Вертикальный микрометр
- 7) Выключатель освещения
- 8) Шкала установки квадранта

Рисунок 59 – Микроскоп профиля резьбы

9.2 ИЗМЕРЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ГЛУБИНЫ И КОНЦЕНТРИЧНОСТИ КАНАВКИ УПЛОТНИТЕЛЬНОГО КОЛЬЦА

Используйте калибр высоты резьбы с наконечником плоского типа. С помощью наковальни калибра, опирающейся на вершины резьбы и проникающей в канавку уплотнительного кольца напротив стороны, ближайшей к центру муфты, снимите показания радиальной глубины от вершин резьбы до основания канавки уплотнительного кольца на выбранных дискретных участках по окружности канавки (Рисунки 60 и 61). Избегайте установки наковальни рядом с исчезновениями скошенного края. Если максимальная разность полученных показаний превышает 0,020 дюйма, муфта бракуется. Альтернативные конфигурации наконечников изображены на Рисунке 62.

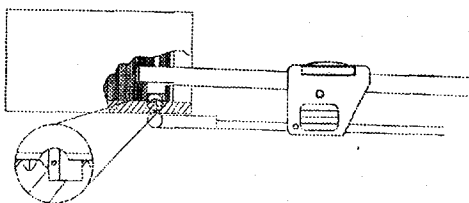


Рисунок 60 – Контроль канавок муфты насосно-компрессорной трубы

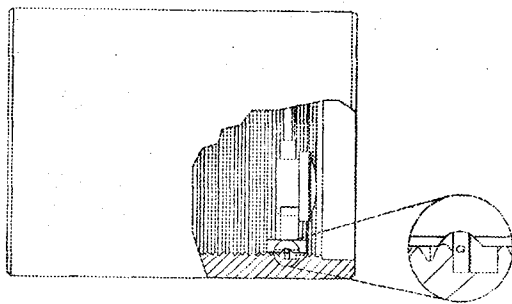
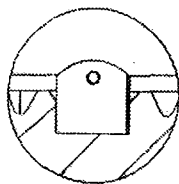
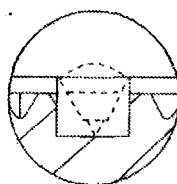


Рисунок 61 – Контроль канавок муфты обсадной трубы



НАКОНЕЧНИК БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА



АДАПТЕР УСТАНОВОЧНОГО УСТРОЙСТВА
ДЛЯ КОНУСОБРАЗНОГО НАКОНЕЧНИКА

Рисунок 62 – Детали профиля альтернативного приемлемого наконечника

0104 НТЗ 2016 Sup. 20