

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа

Технологические машины и оборудование нефтегазового комплекса

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 20 __ г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

15.03.02- Машины и оборудование

15.03.02.01– Технологические машины и оборудование нефтегазового
комплекса

Повышение износостойкости резьбовых соединений буровых труб

Руководитель _____ доцент, к.т.н С.Г. Докшанин
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ С.А. Троценков
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2016

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа

Кафедра Технологические машины и оборудования нефтегазового комплекса

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Э. А. Петровский

« ____ » _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

Студенту Трощенко Сергей Анатольевич

Группа НБ 12-02

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины»

Профиль 15.03.02.01 Проектирование технических и технологических комплексов

Тема выпускной квалификационной работы «Повышение износостойкости резьбовых соединений буровых труб »

Утверждена приказом по университету № _____ от _____

Руководитель ВКР С.Г. Докшанин, доцент кафедры ТМиОНГК, Институт нефти и газа Сибирского федерального университета

Исходные данные для ВКР: 1) Информационные данные по характеру изнашивания резьбы буровых труб. 2) Информационные данные о методах повышения износостойкости замковых резьб.

Перечень рассматриваемых вопросов (разделов ВКР):

Введение. Актуальность темы и современное состояние проблемы.

Раздел 1 – Литературный обзор. Состав буровой колонны. Аналитический обзор литературы, в том числе патентных источников по теме работы. Заключение литературному обзору, постановка задач на проектирование.

Раздел 2 – Изучение основных характеристик, технологических особенностей процессов повышения износостойкости. Сравнительный анализ существующих методов.

Раздел 3 – Разработка метода повышения износостойкости бурильных труб. Техническое решение по улучшению свойств пластичных смазочных материалов

Заключение. Выводы по результатам выполненной работы.

Перечень графического и иллюстративного материала: Чертёж общего вида резьбового соединения (1 лист формата А1), презентация (10 –12 страниц).

Руководитель ВКР _____ С.Г.Докшанин

Задание принял к исполнению _____ С.А.Трощенко

« ____ » _____ 2016 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Повышение износостойкости резьбовых соединений буровых труб» содержит 87 страниц текстового документа, 18 рисунков, 11 таблиц, 30 использованных источников, 1 листа графического материала А1.

Буровая резьба, муфта, ниппель, повышение износостойкости, износ, смазка.

Цель выпускной квалификационной работы: Повысит износ резьбового соединения буровых труб.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- Анализ современного состояния технологии производства резьбовых соединений буровых труб
- Выбор оптимального метода повышения износостойкости резьбового соединения буровых труб

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. Назначение и состав бурильной колонны.....	6
Глава 2. Аварии с бурильной колонной. Причины. Способы повышения износостойкости резьбы.	22
Основные принципы эксплуатации колонны бурильных труб:.....	24
Методы повышения износостойкости бурильных труб:	26
Глава 3. Разработка метода повышения износостойкости резьбовых соединений бурильных труб.....	29
3.2 Применение УДД на основе мягких металлов	31
3.3 Техническое решение по улучшению свойств пластичных смазочных материалов.....	35
Заключение.....	39
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	40
Приложение	43
Типы, основные параметры и размеры буровых резьб.	43
ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ.....	74

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных задач машиностроения на современном этапе, наряду с обеспечением высокого технического уровня, является повышение качества машин и механизмов, что в свою очередь определяет рентабельность их эксплуатации, затраты материальных и трудовых ресурсов на выпуск новых изделий, а во многих случаях и безопасность их эксплуатации. Надежную работу изделия в целом во многом определяет качество резьбовых соединений, которые имеют чрезвычайно широкое применение в различных изделиях машиностроения и составляют 15-20% от общего количества соединений в современных машинах, а в некоторых отраслях промышленности их доля доходит до 70% всех механических соединений.

С помощью резьбы получают неподвижные соединения, обеспечивающие точную фиксацию относительного положения деталей, и подвижные, предназначенные для преобразования вращательного движения в поступательное или для создания значительных осевых усилий. К показателям качества резьбовых соединений относятся: статическая прочность, усталостная прочность, стопорящие свойства и их стабильность – для неподвижных резьбовых соединений; износостойкость – для подвижных резьбовых соединений. Обеспечение вышеуказанных показателей качества в настоящее время осуществляется в большинстве случаев посредством конструкторских методов. Это в свою очередь приводит, как правило, к усложнению конструкции соединения; повышению себестоимости, размеров и массы соединения. В некоторых случаях конструктивными методами решить задачу повышения качества невозможно.

Вышеуказанные качественные показатели неподвижных и подвижных резьбовых соединений в значительной степени определяются точностью соединения, параметрами качества поверхностных слоев сопрягаемых резьбовых деталей (характеристики отклонений формы,

шероховатости, физико-механические свойства), формируемые на стадии изготовления резьбы и ее сборки. Обеспечение этих параметров при изготовлении зависит как от свойств материала, так и от ряда технологических факторов, таких как метод и схема формообразования и сборки, конструкция и геометрия инструмента, режимы обработки. Таким образом, возникает необходимость в разработке технологии получения резьбовых деталей, позволяющей стабильно обеспечивать комплекс параметров качества поверхностного слоя витков резьбы, исходя из функционального назначения резьбового соединения. Улучшение качественных показателей неподвижных и подвижных резьбовых соединений сдерживается в настоящее время отсутствием научно-обоснованных методик расчета их эксплуатационных свойств, выбора и нормирования параметров качества рабочих поверхностей резьб, а также методов и режимов обработки и сборки резьбовых соединений. В этой связи, безусловно, актуальными являются исследования, направленные на решение задач по технологическому обеспечению качества резьбовых соединений на основе выбора рациональных способов обработки (в большей степени это касается внутренних резьбовых поверхностей) и сборки резьбовых соединений исходя из их функционального назначения.

Для достижения данной цели необходимо произвести следующие задачи:

- 1 Анализ современного состояния технологии производства резьбовых соединений буровых труб ;
- 2 Выбор оптимального метода повышения износостойкости резьбового соединения буровых труб;

Модернизация метода повышения износостойкости позволит уменьшить износ нефтедобывающего оборудования, что значительно уменьшит денежные и временные затраты на ремонт и замену оборудования.

Глава 1. Назначение и состав бурильной колонны.

Бурильная колонна является связующим звеном между буровым оборудованием, расположенным на дневной поверхности, и скважинным инструментом (буровое долото, испытатель пластов, ловильный инструмент и др.), используемым в рассматриваемый момент времени для выполнения какой-либо технологической операции в стволе скважины.

Функции, выполняемые бурильной колонной определяются проводимыми в скважине работами. Главными из них являются следующие.

В процессе механического бурения бурильная колонна:

1) является каналом для подведения на забой энергии, необходимой для вращения долота: механической - при роторном бурении; гидравлической - при бурении с гидравлическими забойными двигателями (турбобур, винтовой забойный двигатель); электрической - при бурении электробурами (через расположенный внутри труб кабель);

2) воспринимает и передает на стенки скважины (при малой текущей глубине скважины также на ротор) реактивный крутящий момент при бурении с забойными двигателями;

3) является каналом для осуществления круговой циркуляции рабочего агента (жидкости, газожидкостной смеси, газа); обычно рабочий агент по внутритрубному пространству движется вниз к забою, захватывает разрушенную породу (шлам), а далее по затрубному пространству движется вверх к устью скважины (прямая промывка);

4) служит для создания (весом нижней части колонны) или передачи (при принудительной подаче инструмента) осевой нагрузки на долото, воспринимая одновременно динамические нагрузки от работающего долота, частично гася и отражая их обратно на долото и частично пропуская их выше;

5) может служить каналом связи для получения информации с забоя или передачи управляющего воздействия на скважинный инструмент.

При спускоподъемных операциях бурильная колонна служит для спуска и подъема долота, забойных двигателей, различных забойных компоновок;

Для пропуска скважинных контрольно-измерительных приборов;

Для проработки ствола скважины, осуществления промежуточных промывок с целью удаления шламовых пробок и др.

При креплении скважины она используется для подготовки ствола к креплению; спуска и установки секций обсадных колонн, хвостовиков, летучек; цементирования скважин с целью закрепления обсадных колонн в стволе скважины и разобщения пластов.

При ликвидации осложнений и аварий, а также проведении исследований в скважине и испытании пластов бурильная колонна служит:

Для закачки и продавки в пласт тампонирующих материалов;

Для спуска и установки пакеров с целью проведения гидродинамических исследований пластов путем отбора или нагнетания жидкости;

Для спуска и установки перекрывателей с целью изоляции зон поглощений, укрепления зон осыпаний или обвалов, установки цементный мостов и др.;

Для спуска ловильного инструмента и работы с ним.

При бурении с отбором керна (образца горной породы) со съемной колонковой трубой бурильная колонна служит каналом, по которому осуществляется спуск и подъем колонковой трубы [9].

В редких случаях при больших затруднениях с доставкой обсадных труб на буровую, осложнениях или авариях бурильная колонна может использоваться как обсадная во избежание осложнений или усугубления их. С изменением условий, способов и совершенствованием техники и технологии бурения одни из функций бурильной колонны могут отпасть и появиться другие, специфические функции.

Бурильная колонна (за исключением появившихся в последнее время непрерывных труб) составляется из бурильных труб с помощью резьбового соединения. Соединение труб между собой обычно осуществляется с помощью специальных соединительных элементов - бурильных замков, хотя могут использоваться и беззамковые бурильные трубы. При подъеме бурильной колонны (с целью замены изношенного долота или при выполнении других технологических операций) бурильная колонна каждый раз разбирается на более короткие звенья с установкой последних внутри вышки на специальной площадке - подсвечнике или (в редких случаях) на стеллажах вне буровой вышки, а при спуске она вновь собирается в длинную колонну.

Собирать и разбирать бурильную колонну с разборкой ее на отдельные (одионочные) трубы было бы неудобно и нерационально. Поэтому отдельные трубы предварительно (при наращивании инструмента) собираются в так называемые бурильные свечи, которые в дальнейшем (пока бурение ведется данной бурильной колонной) не разбираются.

Свеча длиной 24 - 26 м* составляется из двух, трех или четырех труб при использовании труб длиной соответственно 12, 8 и 6 м. В последнем случае в целях удобства две 6-метровые трубы предварительно соединяются с помощью соединительной муфты в двухтрубку (колeно), которая в дальнейшем не разбирается.

В составе бурильной колонны непосредственно над долотом или над забойным двигателем всегда предусматриваются утяжеленные бурильные трубы (УБТ), которые, имея кратно большие, по сравнению с обычными бурильными трубами, массу и жесткость, позволяют создавать необходимую нагрузку на долото и обеспечивают достаточную жесткость низа инструмента во избежание его продольного изгиба и неуправляемого искривления ствола скважины. УБТ используются также для регулирования колебаний низа бурильной колонны в сочетании с другими ее элементами.

В состав бурильной колонны обычно включают центраторы, калибраторы, стабилизаторы, фильтры, часто - металло-шламоуловители, обратные клапаны, иногда - специальные механизмы и устройства, такие как расширители, маховики, забойные механизмы подачи, волноводы, резонаторы, амортизаторы продольных и крутильных колебаний, протекторные кольца, имеющие соответствующее назначение.

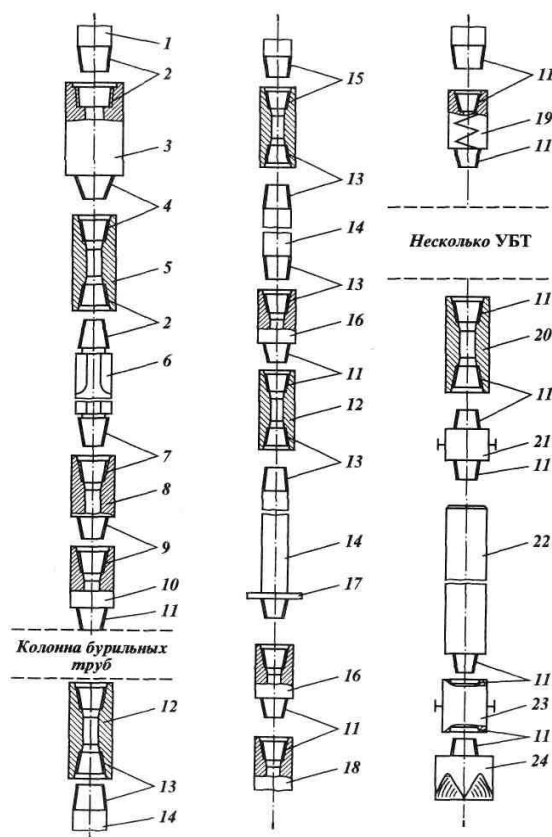


Рис. 1 Принципиальная схема компоновки бурильной колонны для бурения с забойными двигателями

1 - ствол вертлюга; 2, 7 - левая и правая трубные резьбы; 3 - переводник вертлюга; 4, 9 - левая и правая замковые резьбы; 5, 8 - верхний и нижний штанговые переводники; 6 - ведущая труба; 10 - предохранительный переводник; 11 - замковая резьба; 12 - замковая муфта; 13 - трубная резьба; 14 -бурильная труба (6 м); 15 - соединительная муфта; 16 - переходный переводник; 17 - предохранительное кольцо; /8 - утяжеленные бурильные трубы; 19 - амортизатор; 20 - муфтовый переводник; 21 - центратор; 22 -

забойный двигатель; 23 - калибратор; 24 - буровое долото ствола скважины используют специальные, нередко довольно сложные, компоновки нижней части бурильной колонны.

Требования к бурильной колонне и ее составным элементам. Требования к бурильной колонне и ее составным элементам вытекают из условий работы бурильной колонны, которые определяются технологией бурения и геологическими особенностями разреза скважины. При любых условиях работы бурильная колонна должна обеспечивать реализацию проектного режима бурения, доведение скважины до проектной глубины без осложнений и аварий с высокими технико-экономическими показателями бурения. Для достижения этой цели бурильная колонна должна:

1) иметь рациональную компоновку, обеспечивающую достаточную прочность всех своих составных элементов, способную противостоять действию всех возможных нагрузок, включая инерционные, ударные, вибрационные и знакопеременные нагрузки, а также внутренние и наружные избыточные давления;

2) иметь минимальную массу, обеспечивающую минимальные затраты энергии на спускоподъемные работы, но обеспечивающую создание необходимых осевых нагрузок на долото и передачу крутящего (или восприятие реактивного) момента;

3) обеспечивать циркуляцию бурового раствора с минимальными гидравлическими потерями в циркуляционной системе;

4) обеспечивать выполнение любых технологических операций, в том числе при возникших осложнениях (заливка зон поглощений, освобождение инструмента от прихвата и др.) и аварийных ситуациях (проведение ловильных работ и др.), а также выполнение специальных работ в скважине (спуск и установка профильных перекрывателей, обсадных колонн и др.);

5) иметь конструкцию составных элементов (труб, муфт, замков и др.), обеспечивающую надежный захват спускоподъемным инструментом

(элеваторами и клиновыми захватами) и освобождение при СПО и других операциях и надежное крепление труб и других элементов колонны между собой, исключаящее самоотвинчивание или заедание, причем, при наличии однотипных элементов они должны быть взаимозаменяемы;

б) иметь конструкцию резьбовых соединений, подвергающихся частому свинчиванию - развинчиванию (замковые детали), обеспечивающую быстрое выполнение этих операций и минимальное изнашивание;

7) должна состояться из элементов, поверхности которых должны быть износостойкими к абразивному изнашиванию при трении о стенки скважины и буровой раствор, а также при захвате ключами и клиновыми захватами, но в то же время причиняющих минимальный износ внутренней стенке ранее спущенных обсадных колонн;

8) изготавливаться из технологичных в обработке материалов, имеющих, помимо высокой прочности и ударной вязкости, высокую устойчивость к действию агрессивных сред;

9) быть в целом экономичной.

Поскольку условия бурения весьма разнообразны, то ГОСТами, техническими условиями и нормативно-техническими документами в настоящее время предусматривается необходимый ряд труб и соединительных к ним элементов, как по конструктивному исполнению, так и по материалу с тем, чтобы для любых конкретных условий можно было составить наиболее подходящую колонну с учетом способа бурения и всех вышеперечисленных требований [11].

Классификация бурильных труб. Поскольку классификация бурильных труб по какому-то единому классифицирующему признаку затруднительна, их классификация может быть произведена лишь по преобладающему признаку.

Бурильные трубы могут быть классифицированы по следующим признакам.

1. По категории скважин, для бурения которых они преимущественно предназначены:

бурильные трубы для структурно-поискового бурения (как правило, меньших размеров) и капитального ремонта скважин;

бурильные трубы для эксплуатационного и геологоразведочного бурения.

2. По способу бурения:

бурильные трубы для роторного бурения; бурильные трубы для бурения с гидравлическими забойными двигателями (ГЗД);

бурильные трубы для электробурения.

3. По назначению: бурильные трубы; ведущие бурильные трубы; утяжеленные бурильные трубы; бурильные трубы для ликвидации аварий.

4. По материалу: стальные бурильные трубы; легкосплавные бурильные трубы.

5. По магнитным свойствам:

бурильные трубы из магнитных материалов; бурильные трубы из немагнитных материалов (дюрали, немагнитной стали).

6. По прочности материала труб:

обычной прочности (для стальных труб - из сталей различных групп прочности); повышенной прочности.

7. По способу соединения между собой: бурильные трубы сборной конструкции;

бурильные трубы цельной конструкции (беззамковые бурильные трубы).

В связи с появлением в последнее время длинномерных гибких труб бурильные трубы можно классифицировать также по следующему признаку.

8. По способу составления колонны бурильных труб:

бурильные трубы стандартной длины;

непрерывные бурильные трубы.

9. По фактическому состоянию труб в процессе их эксплуатации:

бурильные трубы 1-го класса; бурильные трубы 2-го класса; бурильные трубы 3-го класса.

В основу классификации труб по способу бурения (ГЗД и роторный) положено фактическое преимущественное использование их с этими способами бурения.

Следует отметить, что в настоящее время официальной классификации, принятой в трубной отрасли, пока не существует. Предложенную здесь классификацию следует рассматривать как попытку систематизации всех применяющихся в настоящее время бурильных труб.

Конструкции бурильных труб. Здесь приведено описание бурильных труб, главным образом, для глубокого эксплуатационного и разведочного бурения. Сведения по бурильным трубам для структурно-поискового бурения могут быть получены из специальной литературы.

Рассматриваемые бурильные трубы подразделяются по материалу:

стальные бурильные трубы;

легкосплавные бурильные трубы.

По конструктивному исполнению стальные бурильные трубы сборной конструкции изготавливаются следующих типов:

с высаженными внутрь концами (В);

с высаженными наружу концами (Н);

с высаженными внутрь концами и коническими стабилизирующими поясками (ВК);

с высаженными наружу концами и коническими стабилизирующими поясками (НК).

Трубы этих типов выпускаются по ГОСТ 631 - 75 с наружным диаметром, толщиной стенки и длиной. Кроме того, по ТУ 14-3-713 - 78 выпускаются трубы типа ВК диаметром 139,7 мм и толщиной стенки 9, 10, 11 мм из сталей групп прочности Д, К, Е. ГОСТом установлены допустимые отклонения труб по длине, диаметру, толщине стенки, массе и др.

Две трубы длиной 6 м предварительно соединяются между собой соединительной муфтой в колено (двухтрубку).

Труба имеет на концах наружную мелкую (трубную) резьбу, а соединительная муфта - внутреннюю мелкую резьбу. Соединение бурильных труб длиной 8 м и 11,5 м, а также двухтрубок в свечи осуществляется с помощью бурильных замков.

Бурильные трубы с высаженными концами и соединительные муфты к ним показаны на рис. 6.2, а профиль трубной резьбы по ГОСТ 631 - 75 - на рис. 6.3. Трубная резьба имеет треугольный профиль с углом при вершине 60° . Впадины и вершины профиля закруглены. Биссектриса угла профиля перпендикулярна оси трубы. Шаг резьбы составляет 3,175 мм, поэтому на длине 25,4 мм (одного дюйма) размещаются 8 ниток. Конусность, определяемая как удвоенный тангенс угла ϕ между образующей конуса резьбы и осью трубы, составляет 1:16 [5].

Трубная резьба непригодна для частого и быстрого свинчивания и развинчивания, недостаточно износостойка. Поэтому соединение и разъединение труб (также колен) в свечи осуществляется с помощью бурильных замков (рис. 2).

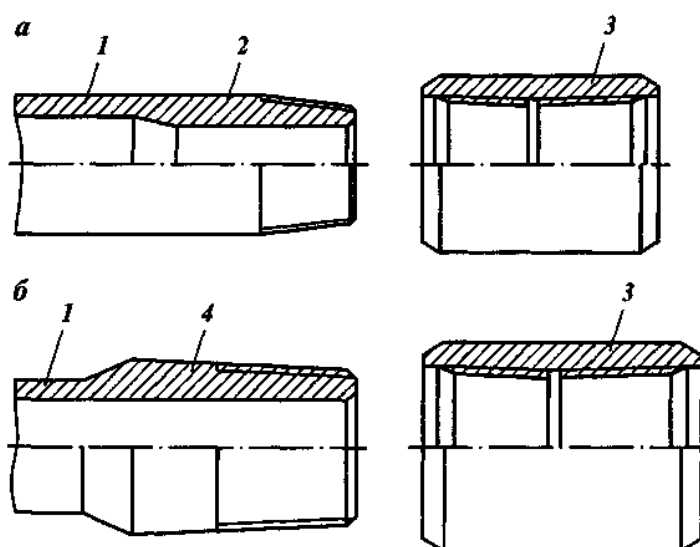


Рис. 2 Бурильные трубы с высаженными внутрь (а) и наружу (б) концами и соединительные муфты к ним

1 - труба; 2 - высаженный внутрь конец; 3 - трубная муфта; 4 - высаженный наружу конец

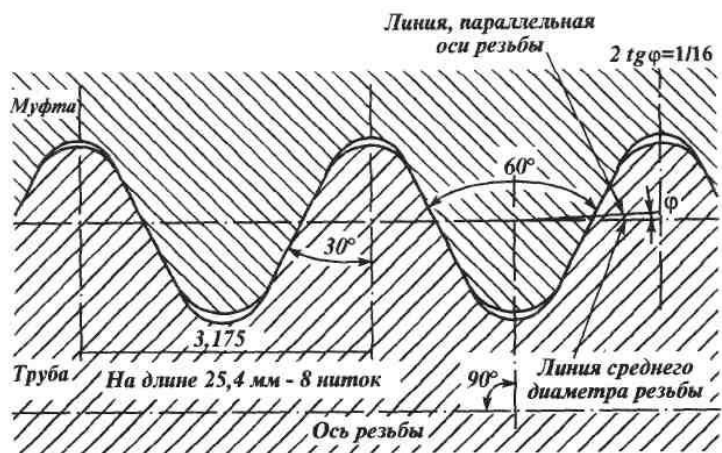


Рис. 3 Профиль трубной резьбы



Рис. 4 Бурильный замок

а - замковый ниппель; б - замковая муфта

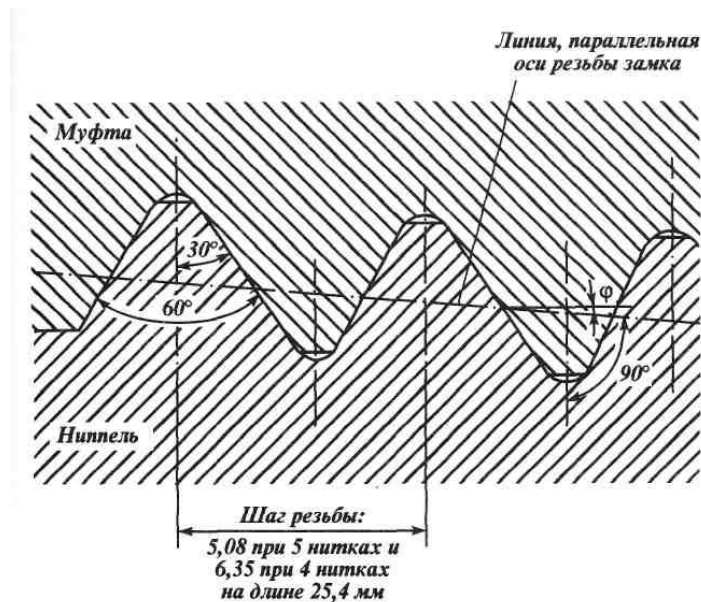


Рис. 5 Профиль замковой резьбы

Спуск и подъем бурильной колонны производится с разборкой ее на свечи.

Бурильные замки состоят из замкового ниппеля и замковой муфты. На одном конце замковых деталей нарезается трубная резьба для присоединения их к трубе, а на другом - крупная резьба, называемая замковой для соединения замковых деталей между собой. Форма и размеры трубной резьбы для соединения замковых деталей с бурильной трубой соответствуют резьбе соединительных муфт. Замковая резьба имеет треугольный профиль с углом при вершине 60° , биссектриса угла перпендикулярна оси замка. Вершины витков резьбы срезаны, а впадины закруглены.

В зависимости от типа замка и диаметра трубы, для которой предназначен замок, конусность замковой резьбы составляет 1:4 или 1:6, а число ниток на длине 25,4 равно 5 (шаг 5,08 мм) или 4 (шаг 6,35 мм), Все нитки замковой резьбы имеют одинаковый профиль. Большая конусность и крупный шаг дают возможность быстрого и многократного свинчивания - развинчивания свечей при СПО, а длина замка обеспечивает возможность перенарезки резьбы при ремонте замка. Коническая резьба имеет натяг и

более надежна против самоотвинчивания, в большей мере обеспечивает взаимозаменяемость деталей и компенсирует погрешности нарезки [23].

Для трубной резьбы натяг определяется как расстояние между трубным торцом соединительного элемента и концом сбега резьбы после свинчивания вручную. При последующем машинном креплении или креплении горячим способом (после нагрева замковых деталей до 400 - 450 °С) край муфты должен совпасть (с допустимыми отклонениями) с концом сбега резьбы. Такое крепление обеспечивает плотность резьбовых соединений, предупреждает самоотвинчивание.

Герметичность безупорного соединения трубы с замковой деталью обеспечивается за счет натяга, упругого деформирования витков резьбы и вязкой смазки.

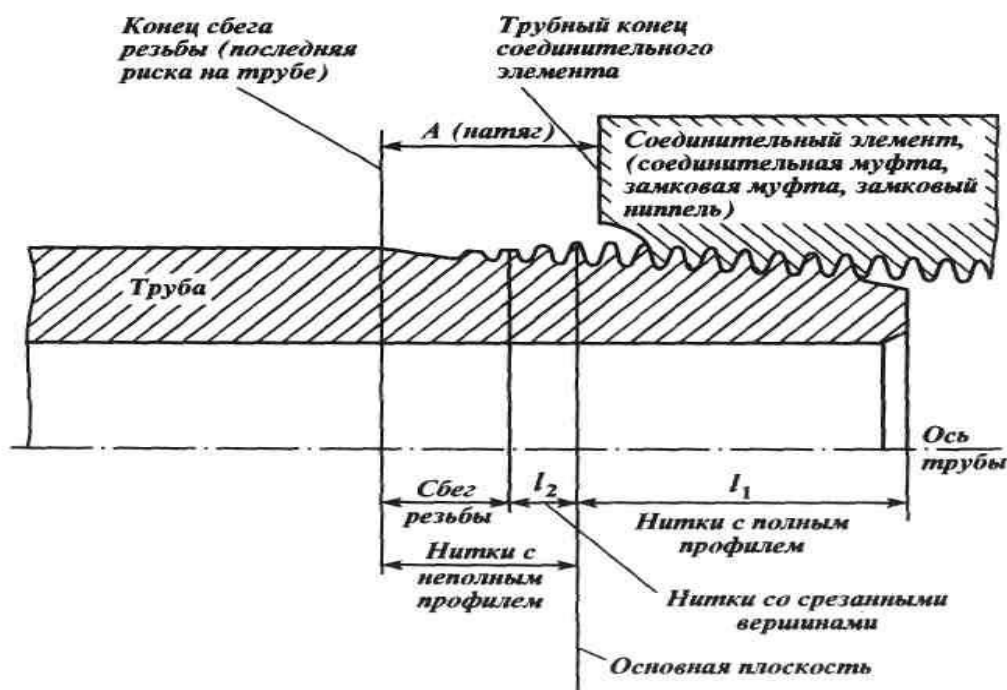


Рис. 6 Натяг резьбы

Для соединения труб с высаженными концами применяют замки трех типов: ЗН, ЗШ и ЗУ - соответственно с нормальным, широким и увеличенным проходным отверстием. Замки ЗН предназначены для труб исключительно с высадкой внутрь, а ЗШ и ЗУ - и с высадкой внутрь, и с

высадкой наружу в зависимости от диаметра труб. Диаметр проточного канала в ниппеле замка ЗН в 1,5-2 раза меньше, чем в трубах, что создает повышенные гидравлические сопротивления по сравнению с замками ЗШ и ЗУ. В наиболее ходовых трубах (диаметром 114 мм и выше) это отношение составляет 1,58-1,72, а для замков типа ЗШ и труб диаметром 114-140 мм оно равно 1,10-1,25.

С позиций величины гидравлических сопротивлений значение имеет также диаметр внутренней высадки. Для наиболее часто используемых в глубоком бурении труб (диаметром 114-168 мм) между проходным диаметром ниппеля d_n , высадки d_B , муфты d_M и трубы d_T с высадкой внутрь выполняются следующие соотношения:

для замков ЗН $d_n < d_B < d_M < d_T$;

для замков ЗШ и ЗУ $d_B < d_n = d_M < d_T$.

В целом трубы с высадкой внутрь обуславливают в 1,5 - 4 раза больше гидравлические потери по сравнению с трубами с высадкой наружу и замками ЗУ. Поэтому рекомендуется применять их только при роторном бурении. Замки ЗУ в сочетании с трубами с высадкой наружу обеспечивают примерно равное проходное сечение и минимальные гидравлические потери в колонне, благодаря чему пригодны для бурения с гидравлическими забойными двигателями. Для них справедливо соотношение d_n & d_M & d_T .

Бурильные замки изготавливают в соответствии с ГОСТ 5286-75 следующих типоразмеров: ЗН-80, 95, 108, 113, 140, 172 и 197; ЗШ-108, 118, 133, 146, 178 и 203; ЗУ-86, 120, 146, 155 и 185. Цифры означают наружный диаметр замка в миллиметрах.

Бурильные трубы и муфты изготавливают из высококачественных углеродистых (марки 45) или легированных сталей марок 38 ХНМ, 36Г2С, 35Г2СВ и др. Для обозначения материала труб принят термин «группа прочности». Группа прочности стали - это условный индекс, введенный для упрощения обозначения прочностных характеристик стали. Например, в

сталь группы прочности Д входит примерно 0,48 % углерода, 0,17 - 0,37 % кремния, 0,65 - 0,90 % марганца. Строгий химический состав ГОСТом не регламентируется, однако ограничивается содержание вредных примесей серы и фосфора ($< 0,045$ % каждой). Всего принято 7 групп прочности: Д, К, Е, Л, М, Р, Т. Трубы групп прочности, кроме Л, изготавливают из легированных сталей, подвергают нормализации с отпуском; Л - из углеродистой стали, подвергают закалке с отпуском. Замки к ним изготавливают из сталей марок 40 ХН или 45, или (если прочность материала трубы выше прочности сталей 40ХН или 45) из того же материала, что и трубы. В любом случае прочность материала замка не должна уступать прочности материала трубы [7].

Для проверки качества труб и муфт их материал подвергается испытанию на растяжение и ударную вязкость, а труба - на сплющивание. Муфты для труб диаметром 114 мм и менее поставляют обычно из стали следующей группы прочности, а для труб свыше 114 мм - из стали той же группы прочности. Поверхности замков армируются твердым сплавом, резко повышающим их твердость и износостойкость.

Бурильные трубы всех типов и замки к ним изготавливаются как с правой, так и с левой резьбой. В обозначении изделия с левой резьбой ставится дополнительная буква Л, а на самом изделии наносится опознавательный знак. Бурильная колонна с левой резьбой применяется для ликвидации аварий с бурильной колонной (путем отвинчивания части аварийной колонны левым вращением).

Стальные бурильные трубы с приваренными замками. Соединение бурильных труб при помощи замков на резьбе имеет недостатки: для соединения двух труб требуется не одно, а три резьбовых соединения, что отражается на их прочности и герметичности, особенно в условиях высоких вибрационных нагрузок и больших избыточных внутренних давлений.

Дополнительное упрочнение стабилизирующими поясками, внутренним упорным уступом и т.д. усложняет конструкцию и удорожает стоимость бурильных труб. От этих недостатков свободны бурильные трубы с приваренными замками, которые подразделяются на трубы с приваренными встык замками по внутренней высадке (ПВ), наружной высадке (ПН), комбинированной (внутренней и наружной) высадке (ПК).

Получают эти трубы путем приварки к трубным заготовкам соединительных концов - замков. Последние приваривают контактно-стыковой сваркой по высаженной части труб. Приваренные концы обрабатывают под ниппель и муфту и нарезают замковую резьбу по ГОСТ 5286 - 75. Сварной шов подвергают термообработке.

Хорошо зарекомендовали себя трубы типа ПК, выпускаемые по ТУ 14-3-1187-83 с замками по ТУ 26-02-964-83 и трубы по ТУ-14-3-1293-84 с замками по ТУ 39-10-082-84. Замки изготовляют из стали марки 40ХН с механическими свойствами по ГОСТ 5286-75. Замки к трубам получили шифр ЗП. Требования к соотношению прочностей материалов труб и замков такие же, что и для труб сборной конструкции.

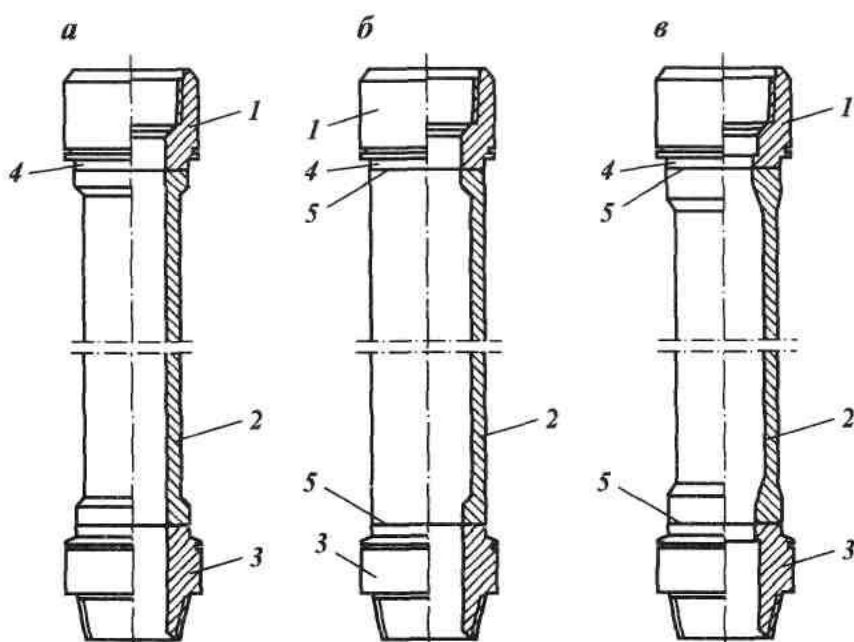


Рис. 7 Бурильные трубы с приваренными замками:

a - с наружной высадкой; *б* - с внутренней высадкой; *в* - с комбинированной высадкой по ТУ 14-3-1293 - 84; / - замковая муфта; 2 - гладкая часть трубы; 3 - замковый ниппель; 4 - место маркировки трубы; 5 - сварной шов.

Глава 2. Аварии с бурильной колонной. Причины. Способы повышения износостойкости резьбы.

Наибольшее число аварий с элементами буровой колонны происходит вследствие усталостных разрушений металла, возникающих при частом изменении нагрузки и направлении ее действия в более напряженно работающих местах. Усталостные изломы наступают без всякого видимого изменения размеров и форм элементов бурильной колонны. Внешне разрушение металла проявляется в возникновении трещин. Изгибающие воздействия - основной фактор, приводящий к образованию остаточных напряжений во время вращения бурильной колонны. Крутильный удар характерен для роторного бурения, особенно при работе с долотами режуще-скалывающего типа. Чем больше времени долото остается без движения, тем сильнее крутильные удары. При бурении шарошечными долотами, например, в зоне с частым чередованием пород различной твердости долото заклинивается меньше, чем при разбуривании подобного интервала лопастными долотами.

Вибрации бурильной колонны, возникающие главным образом при бурении шарошечными долотами, зависят от степени однородности и твердости разбуриваемых пород, пульсации бурового раствора, соответствия типа и диаметра долот разбуриваемым породам, компоновки бурильной колонны и ряда других факторов. Перекатывание шарошек вызывает вертикальное перемещение центра тяжести долот, которое передается бурильной колонне. Чем тверже порода, тем интенсивнее колебания колонны. Основные причины аварии с элементами бурильных колонн - нарушения технологии проводки скважин и правил эксплуатации бурильных колонн и их составных частей.

Вокруг замков и муфт, при помощи которых соединяются бурильные трубы, создаются зоны концентрации напряжений. Соединение замок - труба является более жестким, чем соединение труба - муфта.

При знакопеременных нагрузках, действующих на бурильную колонну, наибольшие напряжения концентрируются около первого витка резьбы на трубе, находящегося в полном сопряжении с резьбой бурильного замка. Сломы по утолщенному концу трубы происходят и в других сечениях, расположенных на различных участках резьбы, или одновременно в нескольких сечениях. Однако наибольшее число аварий приходится на первый виток полного сопряжения резьбы. Эта часть - наиболее опасное место.

Резьба в свою очередь способствует образованию трещин в теле трубы, особенно при малых радиусах закругления: там, где резьба имеет острые углы, в металле образуются ультрамикроскопические трещины. Увеличение толщины стенки трубы путем высадки не предохраняет от распространения начавшегося трещинообразования в теле трубы.

Во всех элементах бурильной колонны возникают усталостные напряжения, которые зависят от условий работы колонны на отдельных ее участках и соблюдения буровой бригадой правил эксплуатации бурильных колонн.

Нередко для бурения скважин используют трубы, не соответствующие данной глубине и имеющие дефекты. В некоторых скважинах глубиной более 1500 м применяют трубы класса III вместо I и II.

Основной причиной большого числа аварий, связанных со сломом бурильных труб, является использование их не по назначению. Передаваемые на резьбу усилия зависят от степени жесткости и плотности свинчивания труб. Если свинчивание проводилось автоматически, то резьбовые соединения могут перемещаться незначительно. Недокрепление соединения способствует интенсивному перемещению плоскостей резьбы относительно друг друга, что ускоряет износ резьбы [29].

Одновременно на износ резьбы влияют число свинчиваний, качество бурового раствора, наличие в нем кварцевого песка и т.д., а также его давление в момент прокачки. Большие давления при турбинном бурении и

бурении гидромониторными долотами снижают сроки службы замковых и резьбовых соединений, что менее характерно для роторного бурения и электробурения обычными долотами, где давление намного меньше. Неотцентрированный по отношению к скважине фонарь вышки, а также смазка плохого качества для резьб способствуют ускорению износа резьбы при ее свинчивании.

Многие аварии возникают вследствие износа резьбовых соединений УБТ в связи с тем, что они работают в самых тяжелых условиях. Кроме того, резьба на соединениях УБТ слабее резьбы на замках, переводниках и долотах.

Аварии из-за нарушения резьбовых соединений вследствие заедания трубной резьбы происходят в результате увеличения нагрузки на резьбу.

Разрушения резьбовых соединений вызывают и другие причины: несоответствие элементов резьбы, особенно по конусности, применение смазки неудовлетворительного качества и т.д.

Разрыв трубы происходит из-за дефектов на внутренней поверхности, нарушающих однородность. Такими дефектами являются пленки, раковины, включения инородных материалов и другие повреждения, связанные с технологией изготовления труб. Возникновение аварии от разрыва труб ускоряется совместным воздействием усталостных напряжений в металле и коррозии. Концентрация напряжений и дефекты в трубах приводят к образованию трещин. Часты случаи аварий, связанные с падением буровой колонны вследствие ее подъема на одном штропе, поломки и неисправности спускоподъемного инструмента, неисправности тормозной системы, слома или разрушения сопряжений ее элементов во время спускоподъемных операций и др[8].

Основные принципы эксплуатации колонны буровых труб:

1. оптимальная концентрация медесодержащей добавки Si304 к графитсодержащим смазкам, равная 0,24 масс. %, обеспечивает процесс

избирательного переноса и повышения долговечности замкового резьбового соединения.

2. максимум контактной выносливости и давления разрушения смазочной пленки достигается в нейтральной среде при $pH=6,3$. 6,7, стремительно снижаясь примерно в-3 раза до минимума при $pH=8$. 8,5.

3. в сопоставимых условиях параметры контактной выносливости и давления разрушения смазочной пленки уменьшаются с повышением плотности рабочей среды.

4. работа в режиме оптимального соотношения скоростей свинчивания замкового соединениями удельной нагрузки распределяемой по винтовой линии резьбы, обеспечивающего оптимум долговечности при эксплуатации бурильных замков.

Материалами для изготовления элементов колонны бурильного инструмента являются конструкционные среднеуглеродистые и легированные стали. При изготовлении все элементы бурильной колонны должны подвергаться термической обработке для улучшения свойств материалов. В последние годы стали широко применяться облегченные бурильные трубы из специальных сплавов. Легкосплавные бурильные трубы (ЛБТ), предназначенные для турбинного и роторного бурения, изготавливают из алюминиевого сплава с внутри высаженными концами. На ЛБТ навинчиваются замки облегченной конструкции [16].

Методы повышения износостойкости бурильных труб:

1. для повышения износостойкости наружной поверхности замков для бурильных" труб к бурильным замкам приваривают кольца, армированные твердым сплавом. Срок службы бурильных замков с такими кольцами увеличивается в 2--3 раза.

2. Обоснован принцип повышения износостойкости резинового уплотнителя и контртела за счет обеспечения благоприятного сочетания физико -механических и триботехнических свойств пар трения. Показано, что для условий суммарного минимального износа резинометаллической

пары трения резиновый элемент изготавливается на основе каучуков СКН-40, СКМС-30 РП с введением антиоксидантов включающих ацетонанил, диафен ФП, амид тиафосфоновой кислоты

3. Чтобы трубы, используемые при возведении трубопроводов, имели значительный срок эксплуатации, и применяется метод цинковой термодиффузии. Термодиффузия представляет собой напыление специальных покрытий, изготовленных из порошковых диффузионных смесей на основе цинка. Отличительной особенностью этого метода, благодаря которому он и получил самое широкое распространение в производстве трубного металлопроката, является то, что атомы цинка при этом проникают, встраиваются в металлическую решетку металлической основы, иначе говоря — происходит диффузия атомов цинка в материал-основу. Благодаря этому и обеспечивается очень прочная связь наносимого покрытия и основы — черного металла. Трубы, обработанные методом цинковой термодиффузии, приобретают особые полезные свойства, отличающие обработанный подобным образом металлопрокат от обычного черного металлопроката. Прежде всего, в обработанном таким образом металлопрокате отмечается высокая антикоррозийная стойкость, причем она гораздо выше, чем у труб, обработанных методом горячего цинкования. Также эти трубы отличает высокая технологичность при проведении сварочных и механических операций, прочная связь с защищаемым металлом-основой и усиленная твердость данного покрытия. Стоит также отметить ещё одно полезное качество, которое приобретают трубы, обработанные методом термодиффузного цинкования — при окрашивании труб они не требуют дополнительной химической подготовки окрашиваемой оцинкованной поверхности.

4. Также известна и достаточно широко применяется методика обработки труб с целью защиты от коррозии методом горячего цинкования. Такая оболочка из цинка, образующаяся при горячем цинковании, выполняет роль защитного барьера, снижающего вредное разрушительное воздействие

окружающей среды на материал, из которого изготовлена труба. Кроме того, она устойчива и к механическим воздействиям. Также такая оболочка повышает уровень электрохимической защиты трубы, что является важным в деле обеспечения защиты трубы от коррозии и разрушения.

5. Проволока для твердосплавной наплавки специально разработана для уменьшения износа обсадных труб и увеличения срока службы бурильных замков. Существует широкий диапазон наплавочных проволок на основе железа, позволяющие делать наплавку без образования трещин. Большинство проволок предназначено для Открытой Дуги (не требуется дополнительного защитного газа или присадки) и некоторые проволоки могут наноситься на себя. Проволоки для твердосплавной наплавки для бурения методом открытых скважин / без обсадных труб: лучшими порошковыми проволоками для противостояния коррозионному и интенсивному абразивному износу, существующими на рынке, являются проволоки основанные на карбиде вольфрама. Они обеспечивают лучшую защиту от износа и коррозии для инструментов и деталей, работающих при открытых скважинах. Очень твердый и износостойкий карбид вольфрама в сочетании с очень мелкими распределёнными специальными карбидами предоставляют самый высокий уровень защиты от износа, существующий в отрасли.

6. Карбонитрирование — это один из технологических процессов химико-термической обработки, применяемый для увеличения твердости поверхностного слоя деталей. В данном процессе происходит насыщение поверхностного слоя стали углеродом (C) и азотом (N). Основное назначение процесса – повышение износостойкости, усталостной прочности и подавление эффекта «холодной сварки» при свинчивании замковых соединений.

Глава 3. Разработка метода повышения износостойкости резьбовых соединений бурильных труб

Эксплуатационные методы повышения износостойкости. Методы повышения износостойкости трущихся деталей можно условно разделить на три большие группы: конструктивные, технологические и эксплуатационные.

К конструктивным мероприятиям относятся:

- выбор конструкции узла, в котором происходит минимальный износ поверхностей трения и обеспечивается высокая надежность при наименьших материальных затратах на изготовление;
- определение необходимой частоты поверхности трущихся пар, допусков на зазоры и макрогеометрии деталей;
- рациональный подвод смазки к узлам трения и создание приспособлений, защищающих поверхности трения от попадания на них абразивов.

К технологическим мероприятиям относятся:

- выбор режимов механической обработки, гальванических покрытий и химико-термических процессов по упрочнению поверхностей трущихся деталей;
- правильный монтаж и регулировка трущихся узлов;
- рациональный ремонт изношенных деталей.

Эксплуатационные мероприятия связаны с выбором рациональных режимов и продолжительности обкатки машины и ее агрегатов на первых часах работы, с уходом за узлами трения, а также строгим выполнением по срокам регламентных и профилактических работ, а также других работ, обеспечивающих снижение трение и износ в период срока службы машины и механизма.

Одним из таких мероприятий для снижения потерь на трение и повышения надёжности резьбовых соединений является правильное использование смазочных материалов (СМ) и возможное улучшение их

свойств с помощью ряда композиций, содержащих добавки конкретного функционального назначения. Смазка для буровых штанг должна защищать резьбу от повреждений, появления задиров, заклинивания, коррозии (ржавчины), а так же уплотнять соединения и способствовать нормальной разборке буровой колонны.

Применение твердых добавок – перспективное направление в целях улучшения свойств смазочных материалов. Однако научные основы применения добавок к смазочным материалам разного состав разработаны слабо.

Наиболее эффективными и многоцелевыми добавками остаются графит и дисульфид молибдена (MoS_2), нитрид бора (BN). Кроме этих веществ в пластичные смазочные материалы могут вноситься сульфиды и селениды ряда металлов (WS_2 , TiS_2 , CdS , WSe_2 , TiSe_2) и другие соли мягких металлов и полимеры. В отдельных случаях используется слюда и асбест.

Основная цель введения в пластичные смазочные материалы подобных добавок заключается в: улучшении смазочной способности, увеличении прочности смазочного слоя на контакте, повышении герметизирующих и защитных свойств, уменьшении выдавливаемости смазочного материала из подшипникового узла, понижении коэффициента трения, снижении износа деталей подшипников качения.

Порошкообразные твердые добавки должны отвечать следующим требованиям:

- высокой адгезии к металлическим поверхностям;
- хорошим смачиванием дисперсионной средой;
- высокой степенью чистоты продукта (98,5–99,5 %) и полным отсутствием абразивных примесей;
- высокой степенью дисперсности частиц порошка и узким фракционным составом;
- высокой химической, гидролитической и термической стабильностью.

Наиболее применяемыми добавками, обладающими лучшими антифрикционными и противоизносными свойствами являются графит и дисульфид молибдена. Опубликовано большое количество работ, посвященных применению этих добавок в пластичных смазочных материалах. Результаты отмечены в работах И. Г.Фукса, В.В. Сеницына, Р. М. Матвеевского, В. В. Ваванова, А. В. Чичинадзе и ряда авторов.

В качестве добавок чаще всего используют комплексные препараты на основе тефлона и других фторсодержащих компонентов металлоорганических маслорастворимых соединений; солей металлов и растворов, содержащих ионы металлов; ультрадисперсных порошков металлов и сплавов (УДП). При использовании металлосодержащих добавок на поверхностях трения образуются тонкие металлические плёнки или соединения типа сульфидов, фосфидов и пр., улучшающие триботехнические характеристики сопряжений [26].

Промышленно выпускаются такие смазки, например с добавками графита и дисульфида молибдена, как: графитная УСсА, Графитол, НК-50, Лейнерная ВЛ, Униол-3М, Фиол-2М, Лита, Шрус 4, ВНИИНП-210, ВНИИНП-214, ВНИИНП-220, ВНИИНП-223, ВНИИНП 232 и другие.

3.2 Применение ультрадисперсных добавок на основе мягких металлов.

Резьбовые соединения работают в условиях высоких переменных давлений, как правило, коррозионно-активных сред. Обычно пластичные смазки, изготовленные на основе минеральных масел, вымываются из резьбовых соединений, и резьбовое соединение оказывается в непосредственном контакте с коррозионно-активными средами. Это неизменно приводит к частичной или даже полной потере ими работоспособности с развитием таких нарушений работы, как разгерметизация, коррозионно-механический износ, фреттинг-коррозия.

Первостепенными задачами смазочного материала, используемого в этом виде соединений являются:

- снижение износа резьбового соединения (потеря массы деталей после многократного свинчивания-развинчивания);
- увеличение ресурса резьбового соединения (увеличение количества свинчивания-развинчивания резьбы без ухудшения эксплуатационных и технических характеристик);
- защита резьбового соединения от коррозии;
- увеличение межремонтных сроков;
- равномерное заполнение всех витков резьбы с целью предотвращения образования «сухих» зон трения;
- при плановом износе и старении резьбового соединения компенсация потери герметичности, заложенной видом резьбы, за счет своей герметизирующей способности;
- не препятствовать образованию газоплотного соединения и соединения «металл-металл», но обеспечивать смазывание образующих эти соединения поверхностей;
- не вызывать внутреннего напряжения на витках резьбы трубы и муфты за счет определенного содержания порошков металла и их высокодисперсных фракций.

Применяют буровые смазки отечественного производства марок ЛЗ-31, АРМАТОЛ-60, АРМАТОЛ-238, ЛЗ-162, Р-402, Р-416, РЕЗЬБОЛ марки Б, Р-113

РУСМА-Р5, РУСМА Р-11, РУСМА Р-17, РУСМА Р-4ZnCU, РУС-ПРЕМИУМ и другие.

Из зарубежных смазок для резьбовых соединений используются смазки таких фирм, как Vermeer, DitchWitch, American Augers, CASE, Tracto-Technik, Prime Drilling, Schmidt-Kranz, Robbins, Straightline и других.

По своему составу это чаще всего медные или медно-графитовые смазки.

Использование в качестве добавок порошков металлов и их различного вида соединений связано с отдельным видом смазочных материалов, которые относятся к металлоплакирующим.

Металлоплакирующие смазки – это группа пластичных или жидких смазочных материалов, содержащих либо порошок пленкообразующего металла, который подвергается избирательному растворению, окислы металла или металлоорганическое соединение, подвергающееся восстановлению или распаду в зоне трения и выделяющее металл на образование металлоплакирующей пленки. При трении в такой среде образуется защитная металлическая пленка, названная металлоплакирующей. В результате трущиеся поверхности взаимодействуют через тонкий металлический слой, что существенно улучшает трибологические характеристики пар трения, снижает коэффициент трения и существенно уменьшает износ смазываемых деталей [13].

Современные металлоплакирующие присадки и добавки к смазочным материалам содержат в своем составе смеси жирных кислот, соли или порошки пластичных металлов, глицерин и ряд других компонентов, благодаря наличию которых смазочные композиции реализуют в процессе работы восстановление трущихся поверхностей.

К ультрадисперсным порошкам металлов относятся порошки с металлическими частицами, размеры которых лежат в области от 1 до 100 нм. Основные и наиболее распространенные методы получения ультрадисперсных металлов:

- метод испарения и конденсации паров металлов в среде инертного газа;
- термическое разложение солей;
- осаждение из растворов;
- электролитическое осаждение;
- плазмохимический синтез, электрический взрыв проводников.

Многочисленные методы можно классифицировать в зависимости от исходного материала и его агрегатного состояния.

В составе добавок содержатся соединения или ионы мягких металлов (медь, бронза, кадмий, олово и др). Соединения слоя мягкого металла с основным металлом происходит на механическом уровне. В результате на поверхностях трения образуются тонкие металлические плёнки или соединения типа сульфидов, фосфидов и др., улучшающие триботехнические характеристики сопряжений. Поверхностная твёрдость и износостойкость слоя существенно ниже соответствующих параметров основы стали или чугуна, из которых изготовлены детали, поэтому для его существования необходимо постоянное присутствие добавок [3].

Существует необходимость развивать технологию плакирования поверхностей трения мягкими металлами путём дополнительной защиты сформированного слоя. Ещё одна проблема – это их осаждение не только на поверхности трения, но и на закрытых полостях системы смазки. Удалить их оттуда практически невозможно. В связи с этим возникает целый ряд вопросов о целесообразности использования металлосодержащих добавок к смазочным маслам в конкретных условиях трения.

Основная функция металлических порошков заключается в предотвращении заеданий при соединении - разъединении обсадных, бурильных и насосно-компрессорных труб. Расход таких смазок велик за счет большой плотности и удельного веса. Каждая из указанных резьбоуплотнительных смазок имеет определенный предел применения и обладает как положительными, так и отрицательными свойствами.

3.3 Техническое решение по улучшению свойств пластичных смазочных материалов.

Триботехнические свойства смазочных материалов значительно улучшаются при введении в них порошков мягких металлов, их оксидов или солей. К таким добавкам относятся высокодисперсные порошки меди, олова,

свинца, цинка, бронзы, латуни, серебра, алюминия и сплавов на их основе. Действия этих добавок объясняется хорошей адгезионной способностью дисперсных частиц. Мелкодисперсная фракция за счет большей свободной поверхности улучшает смазочную способность и повышает ресурс смазочной пленки. Анализ материалов по использованию УДП показывает, что требуемые триботехнические характеристики узлов трения обусловлены физическими явлениями:

- избирательным переносом (ИП);
- металлоплакирующим эффектом;
- образованием соединений меди со слоистой структурой, которые обладают высокими антифрикционными свойствами.

Наилучший эффект достигается при реализации явления избирательного переноса, возникающего при трении в присутствии жирных кислот, выступающих в роли поверхностно-активных веществ. Взаимодействие смазочной среды с материалом в зоне деформации приводит к формированию диффузионного потока атомов по глубине зоны деформации. Избирательный перенос сопровождается анодным растворением компонентов с образованием сервовитной пленки, подвергающейся пластифицированию при контактном взаимодействии. При этом пленка способна продолжительное время не накапливать в себе линейных дефектов и не разрушаться от переупрочнения. Наблюдаются низкие (0,005-0,01) коэффициенты трения и повышенная износостойкость[26].

Если растворения меди не происходит и не наступает эффект ИП, реализуется эффект металлоплакирования с образованием пленки на поверхности трения. При этом также значительно улучшаются триботехнические характеристик смазочного материала. Это обусловлено: снижением давления в зоне контакта в результате увеличения фактической площади при заполнении медью микронеровностей, защитными свойствами пленки от водородного изнашивания и от разрушений под действием

структурных напряжений. Применение металлоплакирующих добавок в пластичных смазочных материалах для повышения износостойкости узлов трения рассмотрено в работах.

С другой стороны, наблюдаются явления, когда смазочные материалы с добавками порошков мягких металлов не проявляют положительных качеств. Предполагается, что главную роль в этом играет правильный выбор состава получаемой смазочной композиции. При использовании Солидола С с добавками порошка меди на поверхностях трения образовывалась медная пленка, защищавшая от изнашивания. Однако, это не привело к значительному снижению изнашивания поверхностей и уменьшению силы трения, а в некоторых случаях даже наблюдалось возрастание коэффициента трения. Использование в качестве добавки оксида меди в пластичном смазочном материале Солидол Ж уменьшает интенсивность изнашивания, но не снижает силы трения. При этом увеличилась предельная нагрузка до заедания. Однако, в отличие от пленки, образованной в результате ИП, плакирующая пленка с ростом числа циклов трения накапливает деформационные дефекты, что приводит к ее разрушению[28].

Относительно высокий коэффициент трения и недостаточная противозадирная стойкость объясняется тем, что при эксплуатации наполнитель смазочного материала – медь подвергается наклепу, окисляется. Кроме того, медь подвергается поверхностному упрочнению при деформировании в зоне трения обладает абразивным действием, что приводит к возникновению отрицательного градиента прочности на сдвиг.

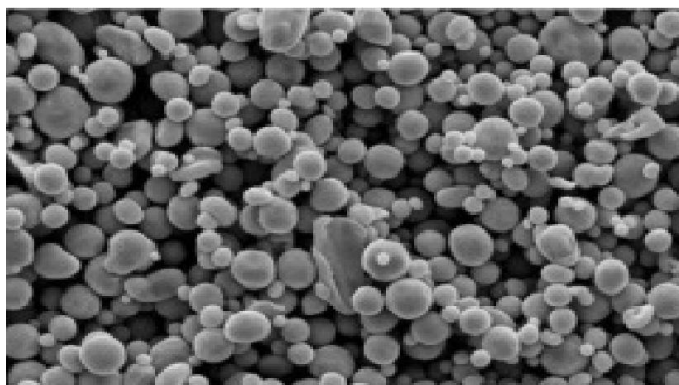
Принято считать, что наиболее эффективно применение добавок на основе меди. Наибольшее распространение получили смазочные материалы с добавками меди и ее солей (CuI , Cu_2O , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Cu}(\text{OH})_2$ и другие соединения). Процесс трения может приводить к тому, что поверхность адгезионного слоя меди покрывается окислами. Медь имеет скорость окисления, соизмеримую с железом. Скорость растет с повышением температуры и интенсифицируется пластическими деформациями. При

окислении меди образуются окислы, которые имеют высокое удельное сопротивление и более высокое напряжение, чем чистая медь. Это приводит к увеличению коэффициента трения и ухудшению противоизносных свойств медесодержащей присадки при больших нагрузках и при тяжелых режимах работы узла трения может разрушиться, что приводит к задиру сопряженных поверхностей.

Задачей предлагаемого технического решения является создание смазки, удобной в применении и обеспечивающей при многократном свинчивании-развинчивании термическую стойкость в широком диапазоне температур, коррозионную инертность, герметизацию, предотвращение износов, задиров и заедания резьбовых соединений в коррозионно-агрессивных сероводородсодержащих средах. В качестве основ могут быть взяты отечественные марки буровых смазок ЛЗ-31, АРМАТОЛ-60, ЛЗ-162, Р-402, Р-416, РЕЗЬБОЛ марки Б, Р-113, РУСМА Р-17, РУСМА Р-4ZnCU, РУС-ПРЕМИУМ и другие.

Добавкой является ультрадисперсный порошок меди с размерами частиц до 10-30 нм. Порошок в объеме до 30-35 % от состава смазочного материала вводится в смазочный материал.

Применение таких добавок способствует образованию медной защитной пленки на резьбовой поверхности. За счет малых размеров частиц такие пленки обладают высокой поверхностной энергией, что улучшает ее адгезионные способности и приводит к ее прочному удержанию.



Заключение

Применение ультрадисперстного порошка в составе смазки на поверхности приводит к снижению контактных давлений, так как благодаря своей пластичности медь заполняет микронеровности, увеличивая фактическую площадь контакта.

Кроме того, пленка защищает поверхность от разрушения при действии структурных напряжений от повторяющихся превращений в стальной поверхности.

Таким образом, возможное использование ультрадисперстного порошка меди с частицами до 100 нм вместо меди с более крупными фракциями, как используются в смазочных материалах, будет приводить к образованию прочных адгезионных связей за счет своих физических свойств, что является положительным эффектом для созданной смазочной композиции.

Такая пленка не позволит образовываться чистым металлическим поверхностям, что предохраняет резьбу от разрушения от схватывания и задира.

Имея низкий коэффициент трения, такая пленка позволит снизить износ резьбовой поверхности, что даст экономический эффект от снижения времени на ремонт и наладку оборудования, повышение производительности и надежности узлов.

В ходе работы были проанализированы методы повышения износостойкости резьбовых соединений буровых труб. А также проведена работа по выбору оптимального метода повышения износостойкости методом добавления в смазочный материал мелкодисперстного порошка.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Технические характеристики бурильных ведущих труб. [Электронный ресурс] // URL: <http://www.drillings.ru/trbur>
2. Шадрина А.В., Саруев Л.А. Закономерности распространения силовых импульсов по колонне бурильных труб к породоразрушающему инструменту. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 115 с.
3. Локтев Д.А. Обработка резьбовых поверхностей на станках с числовым программным управлением. – М.: Изд-во Московского гос. горного ун-та, 2006. – 116 с.
4. Деменков И.А. Буровые штанги. [Электронный ресурс] // URL: <http://kurganbur45.ru/articles/burovye-shtangi-ot-kompanii-burovoy-instrument>
5. ГОСТ 12.2.044-80 Система стандартов безопасности труда. Машины и оборудование для транспортирования нефти. – Введ. 04.06.1980. – Москва : Издательство стандартов, 1980. – 3с.
6. ГОСТ 21.408-93 Автоматизация технологических процессов. – Введ. 01.12.1994. – Москва : Госстрой России, 1993. – 15с.
7. ПБ 03-585-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов
8. Басарыгин Ю.М. Булатов А.И. Бурение нефтяных и газовых скважин. Изд-во "Книжная палата", 2003. С.-131.
9. Калинин Практическое руководство по технологии бурения скважин. Изд-во "Книжная палата," , 2002. С.-175.
10. Гукасов Н.А. Гидродинамика в разведочном бурении. Изд-во "Книжная палата", 2000. С.-82.
11. Басниев К.С. Энциклопедия газа. 1994. С.-90.
12. Попов А.Н. Технология бурения нефтяных и газовых скважин. 2003г.
13. Биргер И. А., Иосилевич Г. Б. Резьбовые и фланцевые соединения. – М.: Машиностроение, 1990.

14. Анилович В.Я., Гринченко А.С., Литвиненко В. Л., Морозов А.М. Прогнозирование ослабления затяжки резьбовых соединений. // Вестник машиностроения. №8. - 1979. - С.31-33.
15. Биргер И.А., Иосилевич Г.Б. Основные проблемы прочности и надежности резьбовых соединений/ «Исследования, конструирование и расчет резьбовых соединений»/ Межвузовский научный сборник. Изд-во Саратовского университета, 1980. с.3-8.
16. Маталин А.А. Технологические методы повышения долговечности деталей машин. Киев, 1971. 144с
17. Чепя П.А., Андрияшин В.А. Эксплуатационные свойства упрочненных деталей. Мн.: Наука и техника, 1988. - 192с.
18. Якушев А.И., Мустаев Р.Х., Мавлютов Р.Р. Повышение прочности и надежности резьбовых соединений. М.: Машиностроение, 1979. - 215с.
19. Ямников А.С., Семин В.В. Управление качеством сборки резьбовых замковых соединений// Исследование, конструирование и расчет резьбовых соединений. Саратов: изд-во Саратовского ун-та, 1980. - С.106-110.
20. Анилович В.Я., Гринченко А.С., Литвиненко В. Л., Морозов А.М. Прогнозирование ослабления затяжки резьбовых соединений. // Вестник машиностроения. №8. - 1979. - С.31-33.
21. Балтер М.А. Упрочнение деталей машин. М.: Машиностроение, 1978. - 184с.
22. Гельфанд М.ИТ. и др. Сборка резьбовых соединений. М.: Машиностроение, 1978. -109с.
23. Дальский А.М. Технологическое обеспечение надежности высокоточных деталей машин. М.: Машиностроение, 1975. 222с.
24. Иосилевич Г.Б. и др. Затяжка и стопорение резьбовых соединений. М.: Машиностроение, 1985. -224с.
25. Кузнецов Н.Д. и др. Технологические методы повышения надежности деталей машин: Справочник. М.: Машиностроение, 1993. - 304с.

26. Прокофьев А.Н. Технологическое обеспечение и повышение качества резьбовых соединений. Автореф. дис. канд. техн. наук – Брянск – 2008. С. 4-5
27. Жиганов В.И., Халимов Р.Ш. Технология электромеханического упрочнения направляющих скольжения металлорежущих станков // Технология машиностроения. №7. 2011. С41- 44.
28. Будилов И.Н., Жернаков В.С. Анализ напряженно-деформированного состояния резьбовых деталей.// Вестник машиностроения, 1995, №7. С. 15-18.
29. Древаль А.Е., Литвиненко А.В. Способы повышения надежности машинно-ручных метчиков. // Станки и инструмент. 1991. - №10. - С. 26-29.
30. Елагина О.Ю. Технологические методы повышения износостойкости деталей машин. Учебное пособие. 2012. С.-33-35.

Приложение

Типы, основные параметры и размеры буровых резьб.

1.1 . Замки для бурильных труб должны изготавливаться типов, указанных в табл. 1 .

1.2 . Замки должны изготавливаться двух исполнений:

правые - с правой замковой резьбой и с правой резьбой для соединения замка с бурильными трубами;

левые - с левой замковой резьбой и с левой резьбой для соединения замка с бурильными трубами.

1.3 . Основные размеры и масса замков должны соответствовать указанным на черт. 1 (для замков ЗН, ЗШ и ЗУ), на черт. 2 (для замков ЗШК и ЗУК) и в табл. 2 .

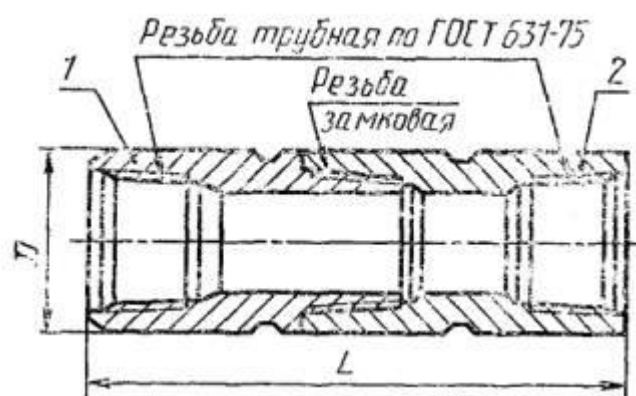
(Измененная редакция, Изм. № 1).

Таблица 1

Обозначение типов	Наименование	Область применения
ЗН	Замок с нормальным проходным отверстием	Для соединения труб с высаженными внутрь концами
ЗШ	Замок с широким проходным отверстием	Для соединения труб с высаженными внутрь и наружу концами
ЗУ	Замок с увеличенным проходным отверстием	
ЗШК	Замок с широким проходным отверстием с конической расточкой	Для соединения труб с высаженными внутрь концами с коническими стабилизирующими поясками
ЗУК	Замок с увеличенным проходным отверстием с конической расточкой	Для соединения труб с высаженными внутрь и наружу концами с коническими стабилизирующими поясками

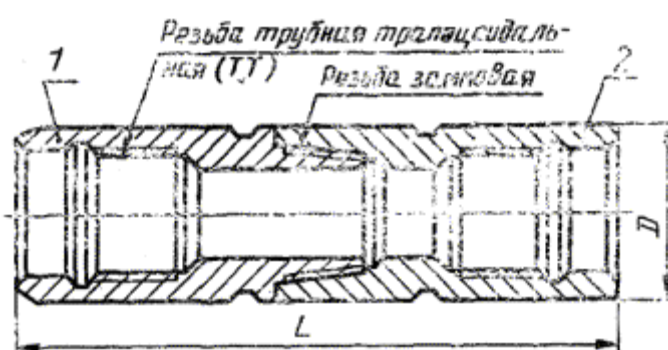
Обозначение типоразмера замка	Диаметр труб по ГОСТ 631-75		Обозначение замковой резьбы			Масса, кг
	с высаженными внутри концами	с высаженными наружу концами				
ЗН-80	60,3	-	3-66	0	04	12
ЗН-95	73,0	-	3-76	5	311	16
ЗН-108	89,0	-	3-88	08	55	20
ЗН-113	89,0	-	3-88	13	55	23
(ЗН-140)	114,3	-	3-117	40	02	35
(ЗН-172)	139,7	-.	3-140	72	60	58
(ЗН-197)	168,3	-	3-152	97	03	76
ЗШ-108	73,0	-	3-86	08	31	20
ЗШ-1,18	89,0	-	3-101	18	55	23
ЗШ-133	131,6	-	3-108	33	96	37
(ЗШ-146)	114,3	101,6	3-121	46	08	38
ЗШ-178	130,7	-	3-147	78	73	61
ЗШ-203	168,3	-	3-171	03	03	73
ЗУ-86	-	60,3	3-73	5	04	15
ЗУ-108	-	73,0	3-86	0,8	31	20
ЗУ-120	-	89,0	3-102	20	68	25

3У-146	114,3	101,6	3-122	46	96	37
3У-155	127,0	114,3	3-133	55	26	39
3У-185	-	133,7	3-161	86	53	53
3УК-108	-	HK-73	3-86	08	31	17
3ШК-113	БК-89	-	3-101	18	54	22
3ШК-133	БК-102	-	3-108	33	06	32
3ШК-178	БК -140	-	3-147	78	73	61
3УК-120	-	HK-89	3-102	20	68	20
3УК-146	БК -114	HK-102	3-122	46	06	36
3УК-155	БК-127	HK-114	3-133	55	36	38



1 - ниппель; 2 - муфта.

Черт. 1



1 - ниппель; 2 - муфта.

Черт. 2

Примечания:

1 . Типоразмеры замков, указанные в скобках, применять не рекомендуется.

2 . Обозначение замковой резьбы состоит из буквы З и целого значения большего диаметра основания конуса ниппеля.

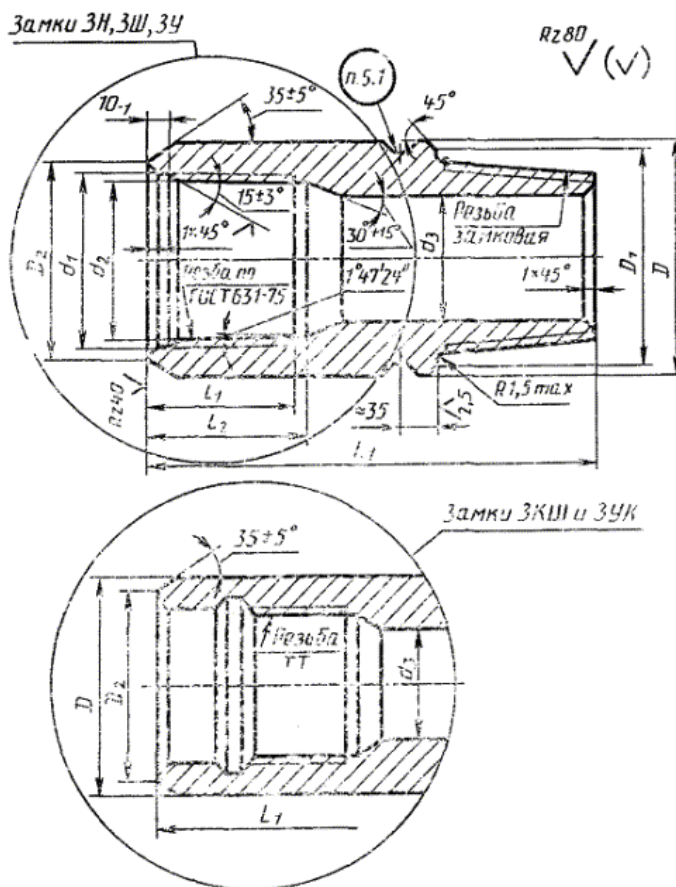
Пример условного обозначения замка типа ЗН с наружным диаметром D 108 мм с правой резьбой:

Замок ЗН-108 ГОСТ 5286-75

То же, с левой резьбой:

Замок ЗН-108 Л ГОСТ 5286-75

1.4 . Размеры ниппелей замков должны соответствовать указанным на черт. 3 и в табл. 3 (для ЗН, ЗШ и ЗУ), на черт. 3 и 9 и в табл. 4 и 11 (для замков ЗШК и ЗУК).



Черт. 3

Таблица 3

Размеры в мм

Наружный диаметр торцевого типа D_1 (пред. откл. $\pm 0,5$)	Наружный диаметр торца D_2 (пред. откл. ± 1)	Диаметр цилиндрической выточки d_1 (пред. откл. $\pm 0,5$)	Внутренний диаметр резьбы в плоскости торца d_2 (справочный)	d_3 (пред. откл. $\pm 0,6$)	L_1 (пред. откл. $^{+30}_{-10}$)	Расстояние от торца до конца резьбы с полным профилем l_1 (пред. откл. $+5$)
63,5	70	63,5	57,451	25	240	77
91,0	86	76,2	70,151	32	260	90
103,5	102	92,0	86,026	38	275	
108,0						
134,5	127	117,5	111,425	58	305	110
164,5	154	144,5	138,42/	70	340	115
186,0	181	171,5	165,401	89	365	121
103,5	86	75,2	70,151	54	260	90
114,0	102	92,0	86,026	62	275	

Наружный диаметр торцевого типа D_1 (пред. откл. $\pm 0,5$)	Наружный диаметр торца D_2 (пред. откл. ± 1)	Диаметр цилиндрической выточки d_1 (пред. откл. $\pm 0,5$)	Внутренний диаметр резьбы в плоскости торца d_2 (справочный)	d_3 (пред. откл. $\pm 0,6$)	L_1 (пред. откл. $^{+30}_{-10}$)	Расстояние от торца до конца резьбы с полным профилем l_1 (пред. откл. $+5$)
127,5	116	104,8	98,726	72	30	100
140,5	127	117,5	111,426	80	30	110
170,5	154	144,5	138,426	101	36	115
196,0	181	171,5	165,401	127	36	121
82,5	78	70,6	64,588	44	24	77
103,5	98	84,9	78,889	54	26	
116,0	108	100,3	94,256	70	28	83
140,5	130	117,5	111,426	82	30	110
150,5	140	130,2	124,126	95	32	
180,0	167	157,2	151,126	120	34	115

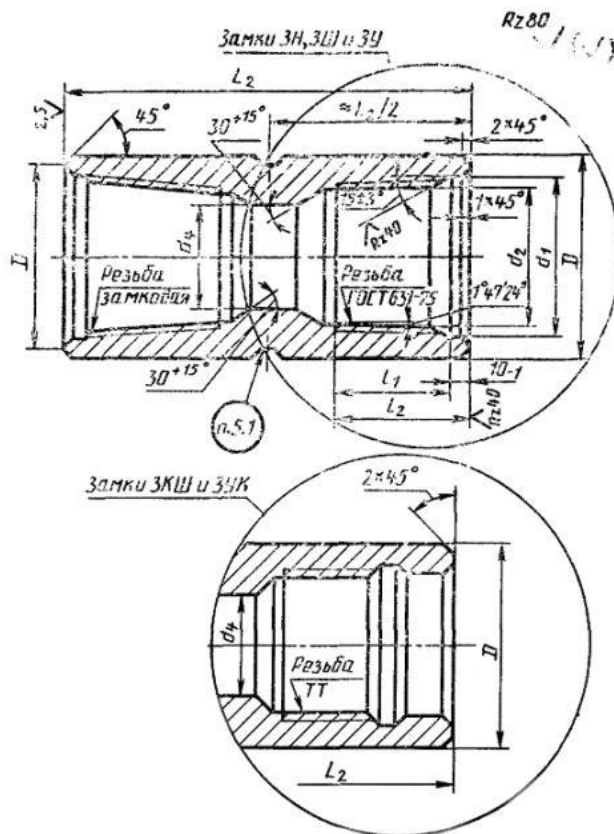
Таблица 4

Размеры в мм

Обозначение типоразмера замка	Обозначение замковой резьбы	Обозначение резьбы для соединения с трубами	Наружный диаметр упорного уступа D_r (пред. откл. $\pm 0,5$)	L_2 (пред. откл. ± 1)	L_3 (пред. откл. $\pm 0,6$)	L_1 (пред. откл. $^{+30}_{-10}$)	масса, кг
ШК-118	3-101	ТТ82×5,08×1:32	18	114,00	12	75	20
ШК-133	3-108	ТТ94×5,08×1:32	33	127,515	12	710	35
ШК-178	3-147	ТТ132×5,08×1:32	78	170,556	101	150	39
К-108	3У-86	ТТ78×5,08×1:32	08	103,54	94	560	2
К-120	3У-102	ТТЭ4×5,08×1:32	20	116,010	10	785	2
К-146	3У-146	ТТ107×5,08×1:32	46	140,525	12	810	36
К-155	3У-133	ТТ122×5,08×1:32	55	150,540	15	925	37

Примечание (к табл. 3 к 4). Допускается изготавливать ниппели замков с длинами, укороченными не более, чем на 20 мм по сравнению с номинальной длиной, в количестве не более 3 % замков от партии.

1.5 . Размеры муфт замков должны соответствовать указанным на черт. 4 и в табл. 5 (для замков ЗН, ЗШ и ЗУ) и на черт. 4 и 9 и в табл. 6 и 11 (для замков ЗШК и ЗУК).



Черт. 4

Таблица 5

Размеры в мм

Обозначение	Обозначение	Н (прод. отк. л. ±0,5)	Н (наружный диаметр d_1 (пред. откл. ±0,5))	Д (внутренний диаметр резьбы d_2 (с правочный))	4 (пред. отк. л. ±0,6)	2 (пред. отк. л. $^{+30}_{-10}$)	Ра (состояние от торца до конца резьбы с полным профилем l_1 (пред. откл. +5))	Д (линия конуса под резьбы l_2 (пред. откл. +8))			
											7
Н-80	-66	0	6,5	51	6	40	7	7,5			
Н-95	-76	5	1,0	51	5	60				5,5	
Н-108	-88	08	03,5	92			90	00	1	1,0	
Н-113	-88	13	08,5	26	8	75				2,5	
Н-140	-117	40	34,5	7,5	426	8	05	0	1	20	9,0
Н-172	-140	72	64,5	4,5	426	8	40	5	1	25	1,0

Обозначение	Обозначение	Обозначение	Наружный диаметр D_1 (перед торца D_1 (перед торца откл. $\pm 0,5$)	Диаметр цилиндрической выточки d_1 (перед торца откл. $\pm 0,5$)	Внутренний диаметр резьбы d_2 (с правочный)	r_4 (перед откл. $\pm 0,6$)	r_2 (перед откл. $\pm 0,6$)	Растояние от торца до конца резьбы с полным профиле l_1 (перед откл. $+8$)	Диаметр конуса под резьбы l_2 (перед откл. $+8$)	Масса a , кг
Н-197	-152	97	86,0	1,5	165,401	22	65	12	31	1,0
Ш-108	-86	08	03,5	0,2	76,51	4	60	90	100	1,0
Ш-118	-101	18	14,0	0,0	92,26	2	75	90	00	2,5
Ш-133	-108	33	27,5	4,8	10,26	2	00	10	0	0,0
Ш-146	-121	46	40,5	7,5	11,426	0	05	11	0	0,5
Ш-178	-147	78	70,5	4,5	14,426	01	53	11	25	3,0

Обозначение	Обозначение	Обозначение	Наружный диаметр D_1 (пред. откл. $\pm 0,5$)	Диаметр цилиндрической выточки d_1 (пред. откл. $\pm 0,5$)	Внутренний диаметр резьбы d_2 (с правочный)	r_4 (пред. откл. $\pm 0,05$)	r_2 (пред. откл. $\pm 0,05$)	Растояние от торца до конца резьбы с полным профилем l_1 (пред. откл. $+5$)	Длина конуса под резьбы l_2 (пред. откл. $+8$)	Масса a , кг
Ш-203	Э-171	Э-03	196,0	171,5	165,401	27	35	12	31	10,0
У-86	Э-73	Э-6	82,5	70,6	64,588	4	40	77	7	8,0
У-108	Э-86	Э-08	103,5	84,9	78,889	4	60			1,0
У-120	Э-102	Э-20	116,0	103,3	94,256	8	85	83	3	93,5
У-146	Э-122	Э-46	140,5	117,5	111,426	5	05	11	1	10,0
У-155	Э-133	Э-55	150,5	130,2	124,126	05	20	0	20	1,5
У-185	Э-161	Э-85	180,0	157,2	151,126	32	40	11	25	19,0

Таблица 6

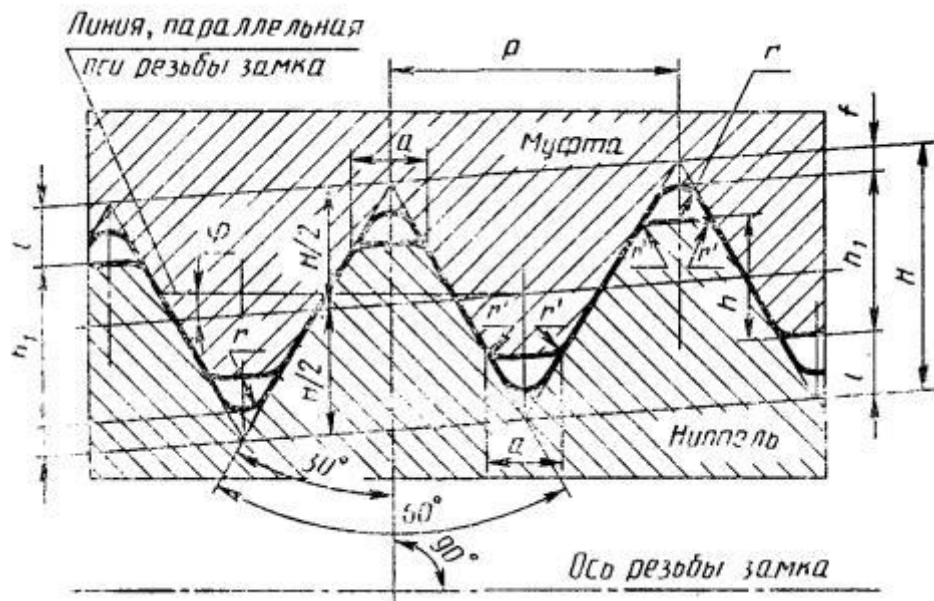
Размеры в мм

Обозначение типа размера замка	Обозначение замковой резьбы	Обозначение резьбы для соединения замка трубами	Обозначение резьбы с	На ружний диаметр L (пред. откл. $\pm 0,5$)	На торца диаметр D_1 (пред. откл. $\pm 0,5$)	D^2 (пред. откл. $\pm 0,6$)	L^2 (пред. откл. $\begin{matrix} +30 \\ -10 \end{matrix}$)	L (масса, кг)
ЗШК -118	3- 101	ТТ82×5, 08×1:32	1	11 4,0	6 2	2 75	2 2	
ЗШК -133	3- 108	ТТ94×5, 08×1:32	1	12 7,5	7 2	3 10	7	
ЗШК -178	3- 147	ТТ132×5 ,08×Д:32	1	17 0,5	1 01	3 50	2	
ЗУК -108	3-86	ТТ78×5, 08×1:32	1	10 3,5	5 4	2 60		
ЗУК -120	3- 102	ТТ 94×5,08×1:32	1	11 6,0	7 0	2 8,5	1	
ЗУК -146	3- 122	ТТ107×5 ,08×1:32	1	14 0,5	8 2	3 10	0	
ЗУК -155	3- 133	ТТ122×5 ,08×1:32	1	15 0,5	9 5	3 25	1	

Примечание к табл. 5 и 6. Допускается изготавливать муфты замков с длинами, укороченными не более чем на 20 мм по сравнению с номинальной длиной, в количестве не более 3 % замков от партии.

1.6 . Форма и размеры профиля замковой резьбы (правой и левой) должны соответствовать указанной на черт. 5 и в табл. 7 .

1.4 - 1.6. (Измененная редакция, Изм. № 1).



Черт. 5

Таблица 7

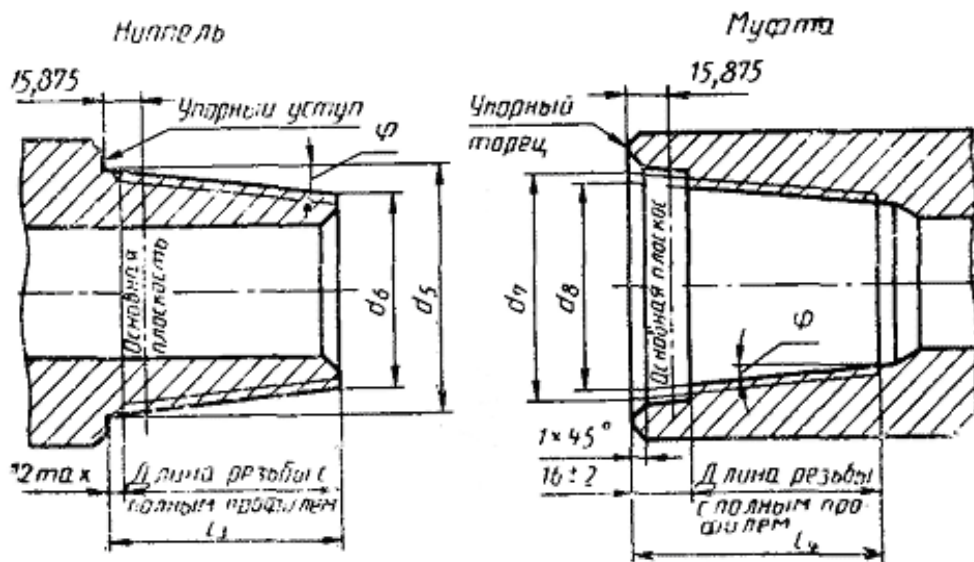
Размеры в мм

Элементы профиля резьбы	Размеры профиля			
	I	II	III	IV
	Число ниток на длине 25,4 мм			
	5	4		
Шаг резьбы P	5,0 80	6,350		
Конусность резьбы $2 \operatorname{tg} j$	1:4		1:6	
Высота остроугольного профиля H	4,3 76	5,4 71	5,487	
Высота профиля резьбы h_1	2,9 93	3,7 42	3,7 55	3,095
Рабочая высота профиля h	2,626	3,283	3,293	2,634
Высота среза вершины l	0,875	1,094	1,097	1,42.7
Усечение впадины, f	0,5 08	0,635		0,965
Площадка a^*	1,0 16	1,270		1,651
Радиус закругления впадины r^*	0,5 08	0,635		0.965
Радиус сопряжения r' , не более	0,38			

Элементы профиля резьбы	Размеры профиля			
	I	II	III	IV
	Число ниток на длине 25,4 мм			
	5	4		
Угол уклона j	7°730"		4°4548"	

* Размеры приведены для проектирования резьбообразующего инструмента. Примечание. Шаг резьбы P измеряется параллельно оси резьбы замка.

1.7 . Размеры замковых соединений должны соответствовать указанным на черт. 6 и в табл. 8 .



Черт. 6

Таблица 8

Размеры в мм

	ис ло ни то к на дл ин е резь бы	онус ност ь $2 \operatorname{tg} j$	орм а про фил я	тр резьб ы основ ной плоск ости $d_{\text{сп}}$	Ниппель			Муфта		
					Диаметр Диаметр Диаметр	Диаметр Диаметр Диаметр	Диаметр Диаметр Диаметр	Диаметр Диаметр Диаметр	Диаметр Диаметр Диаметр	Диаметр Диаметр Диаметр
-66	:4		0,080	74	66,6	47,6	7	6	61,4	2

Обозначение замковой резьбы	исполнительность	конусность $2 \text{ tg } \alpha$	формат	средний диаметр	Ниппель			Муфта		
					Диаметр большего основания конуса d_5 (справочный)	Диаметр меньшего основания конуса d_6 (справочный)	Диаметр конуса d_3 (предотклонение)	Диаметр конической выточки d_7 (предотклонение)	Внутренний диаметр резьбы в плоскости торца d_8 (справочный)	4 не ме не е
-73		:6	V	7,767	74,0	60,3		7	67,7	
				47		80		4,6	79	
-76		:4		3,605	76,2	53,9		7	70,9	
				00		50		8	48	
-86		:6	V	0,848	85,1	71,2	9	8	80,8	5
				28		95		7,7	60	
-88				2,293	83,8	66,1		9	83,6	
				87		37		9	35	
-101		:4		4,844	101,	77,6	5	1	96,1	01
				438		88		02,8	86	
-102		:6	V	6,723	10-	85,0	1	1	96,7	
				2,003		03	02	03,6	35	08

Базовое наименование замковой резьбы	ис-ло-ни-то-к-на-дл-ин-е-рез-ьб-ы	25,4 мм	формула	Ниппель			Муфта		
				Диаметр большего основания конуса d_5 (справочный)	Диаметр меньшего основания конуса d_6 (справочный)	Диаметр конуса d_3 (откл. -2)	Диаметр внутренней резьбы в плоскости торца d_8 (справочный)	Диаметр конуса d_7 (откл. $\pm 0,6$)	Диаметр конуса d_4 (откл. $\pm 0,6$)
-108				108,03,429	89,709	14	103,441	20	
-117				117,10,868	90,462	08	112,210	14	
-12,1		:4		121,15,113	96,209	02	116,457	08	
-122		:6	V	122,17,500	103,780	14	117,512	0	
				133,	114,		128,		

Обозначение замковой резьбы	ис ло ни то к на дл ин е резь бы	онус ност ь $2 \operatorname{tg} j$	орм а про фил я	тр резьб ы основ ной плоск ости $d_{\text{ср}}$	Ниппель			Муфта		
					Диаметр большого основания конуса d_5 (справочн ый)	Диаметр меньшего основания конуса d_6 (справочн ый)	Диаметр конус а d_3 (пр ед откл. - 2)	Диаметр коничес кой выточ ки в плоск ости торца d_7 (пре д. откл. $\pm 0,6$)	Внутренний диаметр резьбы в плоскост и торца d_8 (справочн ый)	4 не ме не е
-133				28,05 9	339	339		34,9	071	
-140		:4	I	32,94 4	140, 195	110, 195	20	41,7	133, 629	26
-147				42,01 1	147, 949	126, 782		50,0	141, 363	
-152		:6	II	46,24 8	152, 186	131. 019	27	54,0	145, 600	33
-161				55,98	161, 920	140, 753		63,8	155, 334	

	ис ло ни то к на дл ин е рез ьб ы 25, 4 мм	онус ност ь 2 tg j	орм а про фил я	редни й диаме тр резьб ы основ ной плоск ости d сп	Ниппель			Муфта			
					Диаметр большого основания конуса d ₅ (справочн ый)	Диаметр меньшего основания конуса d ₆ (справочн ый)	Диаметр конус а l ₃ (пр ед откл. - 2)	Диаметр иамет р конич еской выточ ки в плоск ости торца d ₇ (пре д. откл. ±0,6)	Внутренний диаметр резьбы в плоскост и торца d ₈ (справочн ый)	4 не ме не е	
				1							
-171				1 65,59 8	171, 536	150, 369		1 73,8	164, 950		

1.8 . Предельные отклонения замковой резьбы должны быть следующие:

шага на длине резьбы 25,4 мм между любыми двумя

нитками, мм ±0,05

шага на всей длине резьбы, мм ±0,11

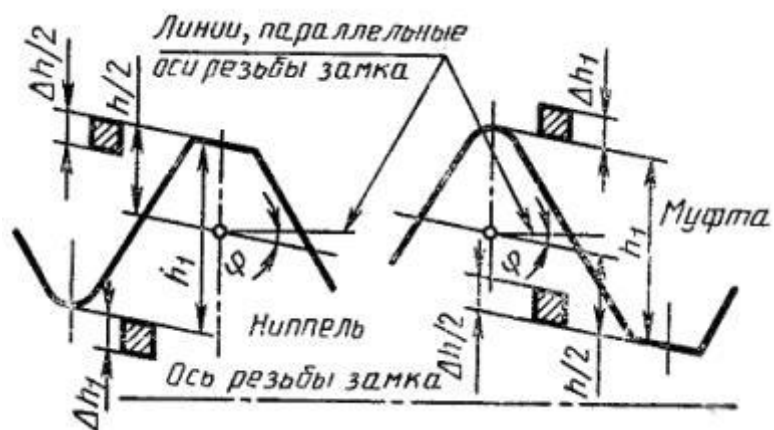
половины угла профиля резьбы, мин ± 30

конусности на длине конуса 100 мм:

наружного и среднего диаметра ниппеля, мм $+0,25$

внутреннего и среднего диаметра муфты, мм $-0,25$

1.9 . Предельные отклонения высоты профиля замковой резьбы должны соответствовать указанным на черт. 7 и в табл. 9 .



Черт. 7

Таблица 9

Размеры в мм

Шаг резьбы	Предельные отклонения высоты профиля резьбы ниппеля и муфты	
	$\frac{\Delta k}{2}$	D h ₁
5,08	-0,12	+0,08
6,35	-0,18	+0,12

Примечание. Предельные отклонения, указанные в табл. 9, являются исходными для проектирования резьбообразующего инструмента и факультативными для изделий.

1.10 . Форма и размеры профиля резьбы трубной трапецеидальной ТТ (правой и левой) должны соответствовать указанной на черт. 8 и в табл. 10.



Черт. 8

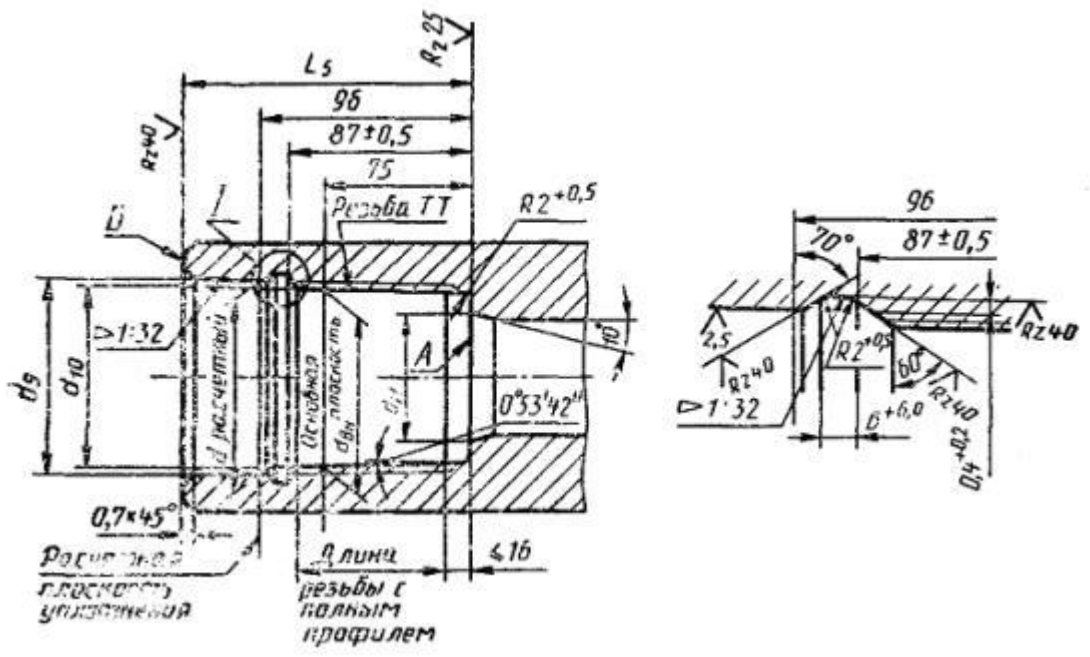
Размеры в мм

Элементы профиля резьбы	Нормы
Шаг резьбы P	5,08
Конусность резьбы $2 \operatorname{tg} j$	1:32
Угол уклона j	$0^{\circ}53'42''$
Высота профиля резьбы h_1	$1,90^{+0,10}$
Площадка b	1,88
Площадка b_1	$2,18^{+0,05}$
Радиус сопряжения R	0,30 - 0,05
Ширина скоса C	$0,30^{+0,05}$

Примечания:

- 1 . Шаг резьбы P измеряется параллельно оси резьбы замка.
- 2 . Предельные отклонения, указанные в табл. 10 , за исключением предельного отклонения на высоту профиля резьбы h_1 , являются исходными для проектирования резьбообразующего инструмента и факультативными для изделий.
- 3 . Допускается замена скосов $C \times 50^{\circ}$ радиусом скругления $0,35^{+0,05}$ мм.

1.11 . Размеры концов ниппеля и муфты с резьбой ТТ должны соответствовать указанным на черт 9 и в табл. 11 .



Черт. 9

мм

Обозначение резьбы	Внутренний диаметр резьбы в основной плоскости $d_{вн}$	Диаметр конической расточки в расчетной плоскости уплотнения $d_{расч}$	Диаметр конической расточки в плоскости торца d_9 (справочный)	Внутренний диаметр резьбы в плоскости торца d_{10} (справочный)	d_{11} (пред. откл. +0,5)	d_5 (пред. откл. $\pm 0,3$)
ТТ78×5,08×1:32	78,3 5	84,25	85,375	80,131	5 5	
ТТ82×5,08×1:32	82,3 4	88,24	89,365	84,121	6 3	32
ТТ94×5,08×1:32	94,3 1	100,2 1	101,335	96,091	7 3	
ТТ107×5,08×1:32	107, 29	113,1 9	114,565	109,321	8 3	
ТТ122×5,08×1:32	122, 25	128,1 5	129,525	124,281	9 6	40
ТТ132×5,08×1:32	132, 2.3	138,1 3	139,505	134,261	1 02	

Примечание. Обозначение трубной трапецеидальной резьбы определяется буквами ТТ, внутренним диаметром резьбы в основной плоскости ($d_{вн}$) в целых числах (без дробных долей), шагом и конусностью резьбы.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.1. Замки должны изготавливаться в соответствии с требованиями настоящего стандарта по рабочим чертежам, утвержденным в установленном порядке.

2.2. Замки должны изготавливаться из стали марки 40ХН по ГОСТ 4543-71. Механические свойства термически обработанных замков должны соответствовать указанным ниже:

временное сопротивление разрыву s_b , кгс/см ² , не менее	90
предел текучести s_T , кгс/см ² , не менее	75
относительное удлинение δ_5 , %, не менее	10
относительное сужение ψ , %, не менее	45
ударная вязкость d_k , кгс·см/см ² , не менее	7
твердость по Бринеллю НВ, в пределах	285 ... 341

2.3. На наружной и внутренней поверхностях замка не должно быть трещин, волосовин, плен, раковин и расслоений. Вырубка, заварка и заделка дефектных мест не допускаются.

2.4. Поверхности упорного уступа ниппеля и упорного торца муфты должны быть гладкими, без заусенцев, рванин, забоин и других дефектов, нарушающих плотность соединения. Знаки маркировки на данные поверхности наносить не допускается.

2.5. Разностенность ниппеля у торца конуса (размер d_6 , черт. 6) не должны превышать для замков ЗШ-108, ЗШ-118, ЗШ-133, ЗШ-146, ЗУ-106, ЗУ-120, ЗУ-86, ЗУ-146, ЗУ- 155, ЗУК-Ю8, ЗШК-П8, ЗШК-133, ЗУК-120, ЗУК-146 и ЗУК-155 1,5 мм, для остальных замков - 2 мм.

2.6. Допуск перпендикулярности упорных торцов ниппеля и муфты к оси замковой резьбы не должен быть более 0,1 мм, а допуск плоскостности на ширине упорного уступа ниппеля и упорного торца муфты - 0,07 мм.

2.7. Допуск перпендикулярности торцов А и Б (черт. 9) к оси резьбы ТТ не должен быть более 0,06 мм. Отклонения от плоскостности на ширине этих торцов не должны быть более 0,06 мм.

2.8. Замковая резьба и резьбы ТТ должны быть гладкими, без забоин выкрошенных ниток, заусенцев, рванин, продольных углублений вдоль образующей резьбы и других дефектов, нарушающих непрерывность, герметичность и прочность резьбы.

2.9. Параметры шероховатости поверхности замковой резьбы и резьбы ТТ должны быть $Rz \leq 20$ мкм по ГОСТ 2789-73 .

2.10. Заходной виток замковой резьбы ниппеля и муфты должен быть притуплён до основания профиля или выполнен в виде скоса под углом $30^\circ - 3^\circ$ к оси резьбы.

2.11. Резьбы замков и конические расточки должны быть фосфатированы.

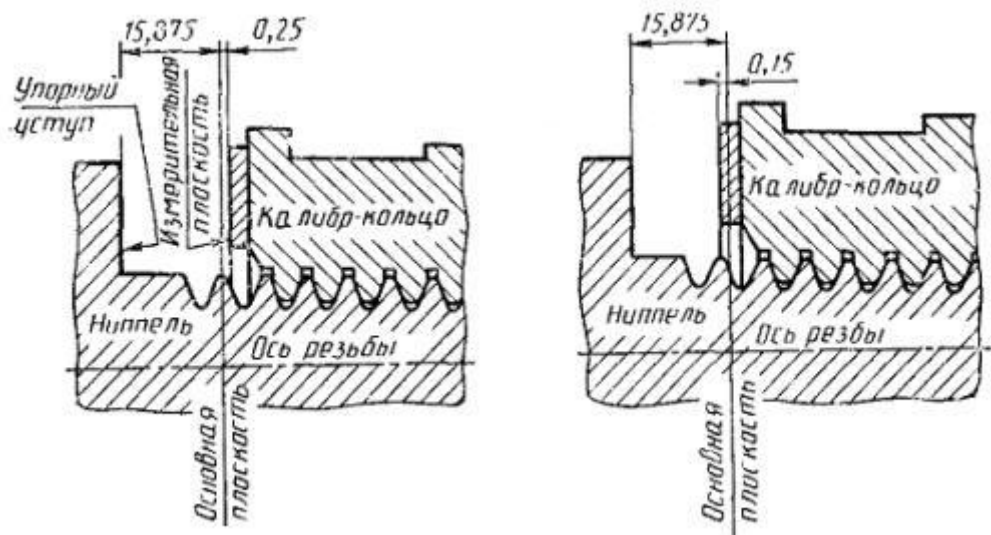
2.12. Допуск сносности осей замковой резьбы и трубной не должен быть более 0,6 мм в плоскости торца и 1,75 мм на длине 1 м.

2.13. Допуск сносности осей конической выточки замковой резьбы и цилиндрической выточки резьбы, предназначенной для соединения замков ЗН, ЗШ и ЗУ с трубами, не должен быть более 0,6 мм.

2.14. Допуск сносности осей резьбы ТТ и конической расточки концов замков ЗШ К и ЗУК, предназначенных для соединения с трубами, не должен быть более 0,04 мм.

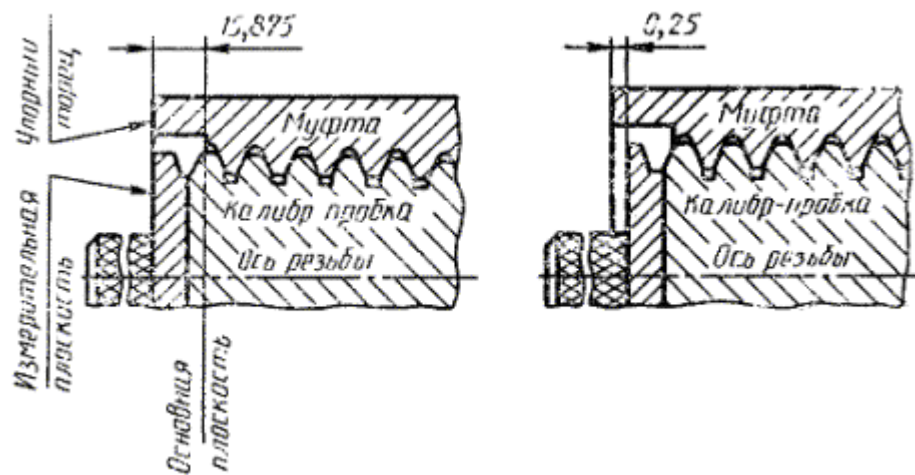
2.15. Допускается наличие фаски не на всей боковой поверхности, выполненной под углом 10° между диаметром проходного отверстия и торцем А (черт. 9), чернота на этой поверхности при отсутствии заусенцев на упорном торце А.

2.16. Величина натяга замковой резьбы ниппеля должна быть $15,875^{+0,25}_{-0,15}$ мм (черт. 10).

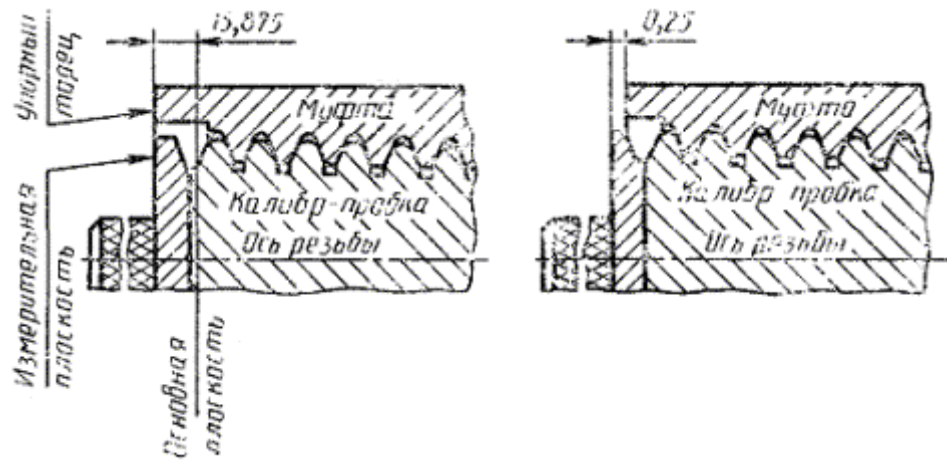


Черт. 10

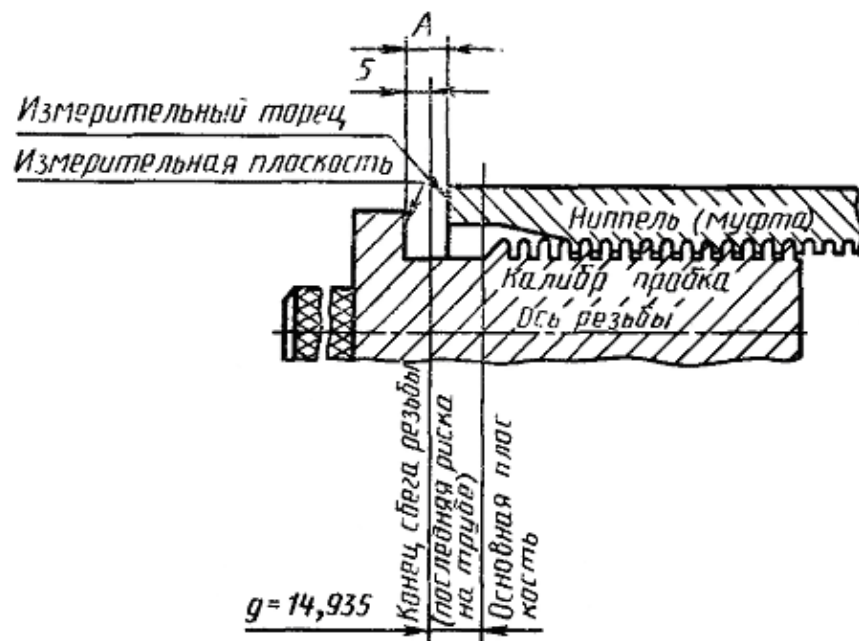
Величина натяга замковой резьбы муфт с резьбой до 3 - 122 включ. должна находиться в пределах указанных, на черт. 11, остальных - на черт. 12.



Черт. 11



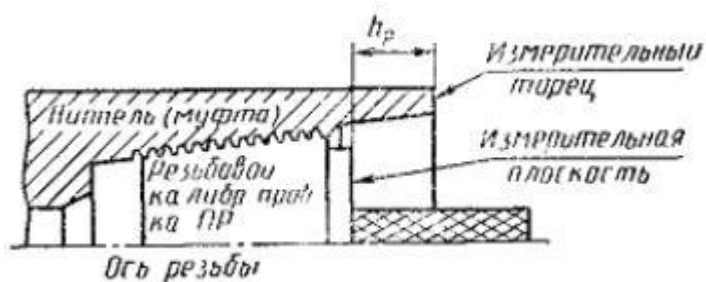
Черт. 12



Черт. 13

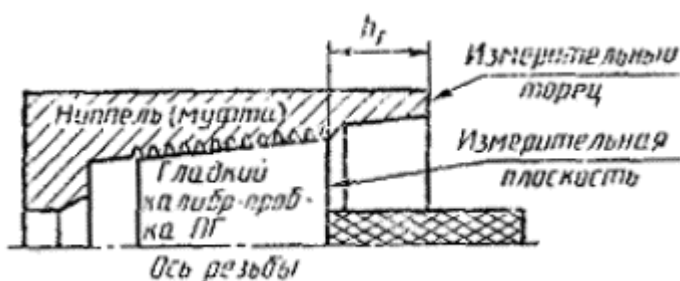
2.17 . Величина натяга резьбы, предназначенной для соединения замков ЗН, ЗШ и ЗУ с трубами, должна быть $A = 8 \pm 2,4$ мм (черт. 13).

2.18 . Величина натяга h_p (черт. 14) резьбы ТТ не должна быть более:
 $42 \pm 1,6$ мм - для замков ЗУК-108, ЗШК-118, ЗУК-120 и ЗШК-133;
 $50 \pm 1,6$ мм - для остальных замков.



Черт. 14

2.19 . Величина натяга h_r (черт. 15) резьбы ТТ не должна быть более:
 $54 \pm 1,6$ мм - для замков ЗУК-108, ЗШК-П8, ЗУК-120 и ЗШК-133;
 $62 \pm 1,6$ мм - для остальных замков.



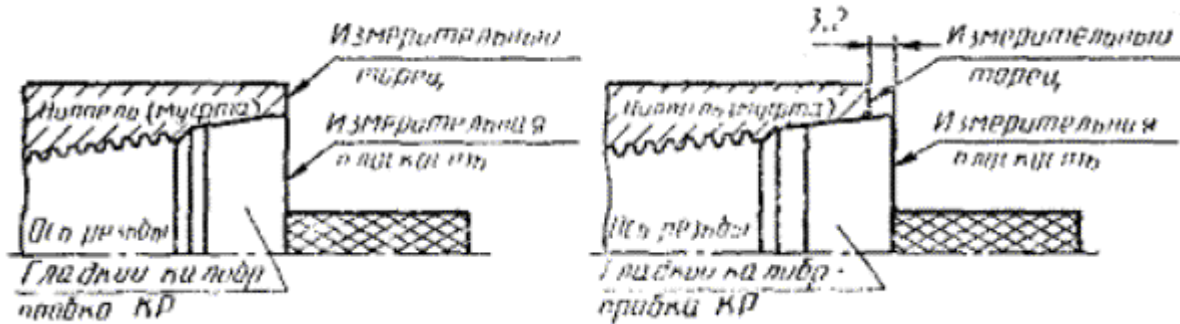
Черт. 15

2.20 . Предельные отклонения величины диаметра в расчетной плоскости конической расточки замков ЗШК и ЗУК должны быть следующие:

$\pm 1,6$ мм - для замков ЗУК-108 и ЗШК-118 (черт. 16);
 $+3,2$ мм - для остальных замков (черт. 17).



Черт. 16

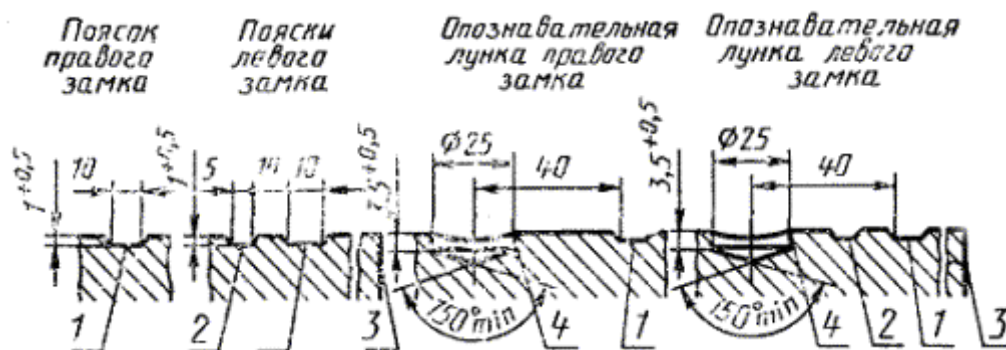


Черт. 17

2.21 . На ниппелях и муфтах должен быть проточен поясок для маркировки, а на ниппелях и муфтах левых замков, кроме пояска для маркировки, должен быть проточен также опознавательный поясок (черт. 18).

Правые и левые ниппели и муфты ЗУ-120, ЗУ-155, ЗУК-120 и ЗУК-155 должны иметь опознавательную лунку (черт. 18).

2.20 , 2.21. (Измененная редакция, Изм. № 1).



Черт. 18

1 - поясок для маркировки; 2 - опознавательный поясок; 3 - упорный торец муфты или упорный уступ ниппеля; 4 - опознавательная лунка.

2.22 . Ресурс замка до среднего ремонта - не менее 500 свинчиваний.

ПРАВИЛА ПРИЕМКИ

3.1 . Химический состав стали замков должен проверяться по ГОСТ 7565-81 .

3.2 . Механические свойства стали замков должны проверяться на образцах, отобранных от партии деталей одного типоразмера, прошедших термообработку по одинаковому режиму.

3.3 . Испытание на растяжение должно проводиться по ГОСТ 10006-80 на продольных образцах.

3.4 . Испытание на ударную вязкость должно проводиться по ГОСТ 9454-78 .

3.5 . Твердость должна проверяться на каждом ниппеле и каждой муфте по ГОСТ 9012-59 .

3.6 . Разностенность должна проверяться у каждого ниппеля.

3.7 . Допуски плоскостности и перпендикулярности упорных уступов ниппеля и муфты, а также торцев А и Б (черт. 9) должны проверяться у каждого ниппеля и каждой муфты.

3.8 . Качество покрытия на резьбе должно проверяться выборочно в соответствии с ГОСТ 9.302-88 .

3.9 . Допуск соосности резьб обоих концов ниппелей и муфт должно проверяться выборочно.

3.10 . Конусность замковой резьбы по наружному диаметру наружных резьб и по внутреннему диаметру внутренних резьб, а также конической расточки резьбы ТТ должны проверяться у каждого ниппеля и каждой муфты.

3.11 . Отклонения от шага резьбы, половины угла профиля всех резьб, конусность по среднему диаметру (для замковой резьбы и резьбы, предназначенной для соединения замков ЗН, ЗШ и ЗУ с трубами), а также конусность по наружному диаметру резьбы ТТ должны проверяться периодически.

3.12 . Допуск соосности резьб, соответствующих выточек и расточки согласно пп. 2.12 - 2.14 , проверяется выборочно.

3.13 . Натяг замковой резьбы и резьбы, предназначенной для соединения замка с трубами, должен проверяться у каждого ниппеля и каждой муфты.

3.14 . Величина диаметра в расчетной плоскости конической расточки замков ЗШК и ЗУК должна проверяться у каждого ниппеля и каждой муфты.

3.15 . Периодичность проверок отдельных параметров замков (не оговоренных особо) определяется предприятием-изготовителем.

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

4.1 . Механические свойства замков (п. 2.2) должны проверяться на образцах, вырезанных из замкового конца ниппеля.

Образцы должны вырезаться методом, не изменяющим структуры и механических свойств стали проверяемой детали замка. Наличие резьбы на образцах не обязательно.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

4.2 . Проверка твердости должна проводиться на наружной цилиндрической поверхности каждого ниппеля и каждой муфты в двух местах: на расстоянии 15 - 20 мм от пояска для маркировки и на этом же расстоянии от торца ниппеля и от торца муфты.

4.3 . Плоскостность (пп. 2.6 , 2.7) должна проверяться по всей ширине упорных поверхностей ниппелей и муфт с помощью универсального инструмента или специальных приборов. Перпендикулярность в каждом ниппеле и в каждой муфте проверяется одновременно с проверкой резьбы калибрами.

Перпендикулярность (пп. 2.6 и 2.7) определяется как разность наибольшего и наименьшего расстояния между измерительной плоскостью калибра и упорными поверхностями ниппелей и муфт.

4.4 . Качество покрытия на резьбе (п. 2.11) проверяется в трех равномерно расположенных точках по окружности нитки резьбы капельным или другим способом.

4.5 . Соосность резьб (пп. 2.12 - 2.14) обоих концов ниппелей и муфт проверяется следующим способом.

Проверяемую деталь замка одним концом свинчивают с контрольной оправкой, точно центрированной в приспособлении (или на токарном станке), другим концом деталь свинчивают со второй оправкой шлифованная цилиндрическая часть которой, длиной 100 - 200 мм, соосна с нарезанной частью. Вращая деталь, определяют биение второй оправки у торца детали и на конце оправки при помощи индикатора часового типа. Отклонение от соосности у торца определяется непосредственно по индикатору (отклонение от соосности равно половине величины биения). Перекос осей на длине 1 м определяют из соотношения величин биения у торца детали и у конца оправки.

4.6 . Конусность по наружному диаметру наружных резьб и по внутреннему диаметру внутренних резьб (для замковой резьбы и резьбы, предназначенной для соединения замков ЗН, ЗШ и ЗУ с трубами) (п. 1.8) должна проверяться гладкими коническими калибрами (кольцами и пробками) с применением пластинчатого щупа:

шириной 3 мм для замков; от ЗН-80 до ЗН-140; от ЗШ-108 до ЗШ-146; от ЗУ-86 до ЗУ-155 и шириной 4 мм для остальных замков или при помощи других средств измерения.

4.7 . Конусность резьбы ТТ по внутреннему диаметру, а также конической расточки ниппелей и муфт замков ЗШК и ЗУК (пп. 1.12 и 1.13) должна проверяться рабочими гладкими коническими калибрами-пробками с применением пластинчатого щупа.

Ширина щупов: 4 мм для замков ЗШК-178 и 3 мм для остальных замков.

4.8 . Шаг резьбы, половина угла профиля и высота профиля всех резьб, конусность по среднему диаметру (для замковой резьбы, предназначенной для соединения замков ЗН, ЗШ и ЗУ с трубами), а также конусность по наружному диаметру резьбы ТТ (пп. 1.6 - 1.12) должны проверяться с помощью универсальных измерительных средств или специальных приборов.

4.9 . Соосность резьб соответствующих выточек и расточки (пп. 2.13 и 2.14) проверяют с помощью универсальных измерительных средств.

4.10 . Перед проверкой величины натяга всех резьб с поверхности резьбы ниппелей и муфт должны быть удалены заусенцы или другие шероховатости. Калибры и изделия должны быть тщательно очищены, и на поверхность резьбы должен быть нанесен тонкий слой жидкого масла. Резьбовые калибры должны навинчиваться на резьбу до отказа усилием одного человека с применением рычага длиной 150 мм.

4.11 . При контроле величины натяга замковой резьбы муфт с резьбой до 3-133 измерительная плоскость любого рабочего резьбового калибра-пробки должна совпадать с упорным торцом или заходить за торец на 0,25 мм (черт. 11), а у муфт с резьбой 3 - 133 и выше - должна совпадать с упорным торцом или не доходить до торца на 0,25 мм (черт. 12).

До 01-01.93 при проверке натяга муфт калибрами потребителя измерительная плоскость резьбового калибра-пробки для резьб до 3-122 включительно должна заходить за упорный торец, не более, чем на 0,50 мм или не доходить до торца не более чем на 0,10 мм, а для остальных резьб измерительная плоскость калибра должна заходить за торец не более чем на 0,25 мм или не доходить до торца не более, чем на 0,35 мм.

4.12 . При контроле величины натяга замковой резьбы ниппеля измерительная плоскость любого рабочего резьбового калибра-кольца должна находиться на расстоянии $15,875^{+0,25}_{-0,15}$ мм от упорного уступа.

До 01.01.93 при проверке натяга ниппелей калибрами у потребителя измерительная плоскость резьбового калибра-кольца должна находиться для

резьб до 3 - 122 включительно на расстоянии $15,875^{+0,35}_{-0,25}$ мм от упорного уступа, а для остальных резьб - на расстоянии $15,875^{+0,45}_{-0,35}$ мм от упорного уступа.

4.11 , 4.12. (Измененная редакция, Изм. № 1, 2, 3, 4).

4.13 . При контроле величины натяга резьбы ТТ замков ЗУК-108, ЗШК-118, ЗУК-120 и ЗШК-133 измерительная плоскость любого рабочего калибра-пробки должна находиться на расстоянии $54 \pm 1,6$ мм от торца детали замка, у остальных размеров замком - на расстоянии $62 \pm 1,6$ мм.

4.14 . При контроле величины диаметра в расчетной плоскости конической расточки замков ЗУК-108 и ЗШК-118 измерительная плоскость любого рабочего калибра-пробки должна совпадать с торцом детали замка. Предельные отклонения величины натяга $\pm 1,6$ мм. Для остальных замков измерительная плоскость должна совпадать с торцом детали замка или не доходить до торца на 3,2 мм.

МАРКИРОВКА, УПАКОВКА, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

5.1 . На ниппеле и муфте каждого замка на поясках для маркировки должна быть нанесена маркировка в следующем порядке:

товарный знак предприятия-изготовителя;

типоразмер замка;

дата выпуска (месяц, год);

обозначение настоящего стандарта.

5.2 . Маркировка должна быть произведена четко клеймами шрифтом ПО-6, ПО-8 по ГОСТ 2930-62 .

5.3 . Резьбы замков, поверхности конических расточек и упорные уступы (торцы) для предохранения от коррозии должны быть покрыты антикоррозионной смазкой по ГОСТ 9.014 -88.

5.4 . При транспортировании nipples и муфт отдельно замковая резьба и упорный уступ (торец), а замков ЗШК и ЗУК также резьба ТТ и коническая расточка должны быть предохранены от повреждений.

Способ упаковки и защиты от повреждений устанавливается по согласованию с потребителем.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

5.5 . Каждая партия замков, а также nipples и муфт должна сопровождаться документом, удостоверяющим соответствие их качества требованиям настоящего стандарта.

Документ должен содержать:

наименование организации, в систему которой входит предприятие-изготовитель;

наименование предприятия-изготовителя, его местонахождение (город) или условный адрес;

наименование изделий и их обозначение;

дату выпуска;

количество изделий;

результаты проверок и испытаний;

обозначение настоящего стандарта.

5.6 . Замки, рассортированные по типоразмерам, должны храниться под навесом или в закрытом помещении, уложенными в штабели или в вертикальном положении.

При укладке замков должно быть обращено внимание на предохранение резьб и упорных поверхностей nipples и муфт от механических повреждений.