

**ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ
ГАЗОНЕФТЕПРОВОДОВ**

*Методические указания к лабораторным работам
для студентов направления подготовки 21.03.01*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2022**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра транспорта и хранения нефти и газа

ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ ГАЗОНЕФТЕПРОВОДОВ

*Методические указания к лабораторным работам
для студентов направления подготовки 21.03.01*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2022

УДК 629.151

**ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ
ГАЗОНЕФТЕПРОВОДОВ:** Методические указания к лабораторным работам /
Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *А.В. Шалыгин, Е.Д. Карякина*
СПб, 2022. 59 с.

Приведены методические указания к лабораторным работам по обслуживанию и ремонту газонефтепроводов. Для каждой лабораторной работы даны описания установки, правила безопасного использования оборудования, порядок выполнения работы.

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Обслуживание и ремонт линейной части газонефтепроводов» содержат задания для освоения практических навыков работы с оборудованием и предназначены для студентов бакалавриата направления 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Научный редактор: профессор, д.т.н. *А.К. Николаев*.

Рецензент: к.т.н., *И.А. Лягов*, ООО «Перфобур»

© Санкт-Петербургский
горный университет 2022

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. ИЗУЧЕНИЕ ПРИБОРА «СЕНСОР СВОБОДА»

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Паспорт и инструкция по эксплуатации (ПИЭ) предназначена для изучения устройства и работы прибора «Сенсор свобода».

1.2. ПИЭ содержит сведения об устройстве и составе прибора «Сенсор свобода», его технических характеристиках, принципе работы, а также другую информацию, необходимую для правильной эксплуатации и полного использования технических возможностей прибора.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Прибор «Сенсор свобода» предназначен для контроля движения и прохождения по трубопроводам скребков, разделителей, очистных и диагностических устройств (ОУ), а также в произвольных точках трассы с поверхности грунта над трубопроводом, а также на задвижках, вантузах, открытых участках трубопровода, КШС ЭХЗ.

2.2. Прибор «Сенсор свобода» может использоваться для контроля движения объектов в нефтепроводах, продукто- и газопроводах и водоводах независимо от их диаметра и рабочего давления.

2.3. Прибор «Сенсор свобода» может эксплуатироваться как в закрытых помещениях, так и на открытом воздухе, при температуре окружающей среды от -30 до $+45^{\circ}\text{C}$ и при относительной влажности воздуха до 95 %.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Масса прибора «Сенсор свобода» (основной блок) - не более 1 кг, всего комплекта прибора - не более 3,0 кг.

3.2. Габаритные размеры: «Сенсор свобода» 60x140x140 мм, вспомогательный приемник 71x49x35 мм, укладочного ящика 120x295x340 мм.

3.3. Источник питания: «Сенсор свобода» - свинцово-кислотный аккумулятор, вспомогательный приемник – никель-металлгидридный аккумулятор.

3.4. Максимальный потребляемый ток: «Сенсор свобода» - не более 120мА, приемник - не более 25 мА.

3.5. Среднее время непрерывной работы от внутреннего источника питания «Сенсор свобода» - 60 ч. при работе на головные телефоны, 12 ч. С включенным радиопередатчиком; вспомогательный приемник - 30 ч.

3.6. Максимальное расстояние от пункта контроля до снаряда, на котором возможно обнаружение его движения – от 500 до 2500 м (в зависимости от конструкции снаряда и способа установки датчика).

3.7. Расстояние устойчивого приема между прибором «Сенсор свобода» и вспомогательным приемником — 50 м. (при отсутствии преград).

3.8. Скорость движения снаряда - не ограничена.

4. СОСТАВ ПРИБОРА

Состав комплекта прибора «Сенсор свобода» приведен в таблице 1 (см. рис. 1).

Таблица 1

Состав комплекта прибора «Сенсор свобода»

Наименование	Количество
«Сенсор свобода» основной блок	1
Сейсмодатчик	1
Штырь	1
Магнитный держатель	1
Головные телефоны	1
Вспомогательный приёмник	1
Зарядный адаптер	1
Укладочный чемодан	1
Паспорт и инструкция по эксплуатации	1

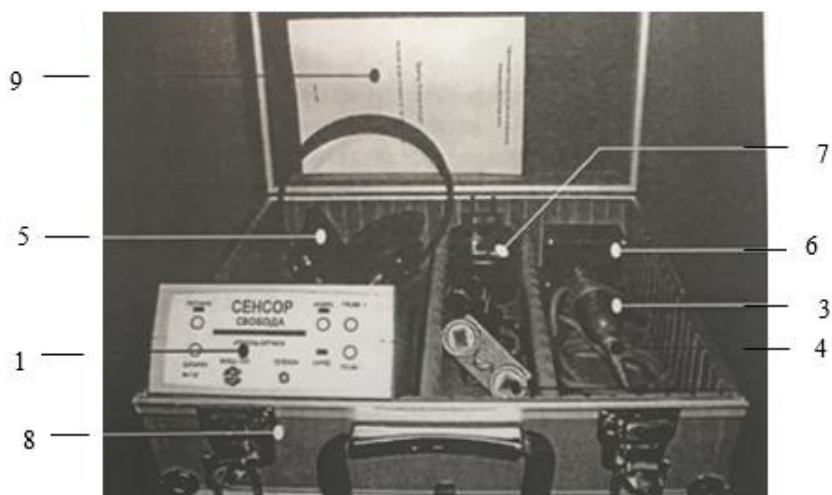


Рис.1. Внешний вид прибора «Сенсор свобода» в укладочном чемодане:
 1 - основной блок, 2 - сейсмодатчик, 3 - штыврь, 4 - магнитный держатель,
 5 - головные телефоны, 6 - вспомогательный приемник, 7 - зарядный адаптер,
 8 - чемодан укладочный, 9 - паспорт и инструкция по эксплуатации.

5. ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРА

5.1. Для контроля движения снарядов используется метод улавливания акустических шумов, возникающих в процессе продвижения снаряда по трубопроводу. Шумы (особенно низкочастотная составляющая слышимого спектра частот), возникающие от контакта уплотнительных манжет со сварными швами, от перетока жидкости и пр., распространяются на значительные расстояния в обе стороны трассы по грунту и металлу вдоль трубопровода.

5.2. Сейсмодатчик, установленный на грунт или непосредственно на трубопровод, улавливает звуковые колебания грунта или трубопровода и преобразует их в электрические сигналы. Эти сигналы усиливаются прибором и выводятся в звуковом виде на головные телефоны и в визуальном виде на линейку светодиодных индикаторов.

5.3. С использованием вспомогательного приемника прибор «Сенсор свобода» позволяет контролировать движение и

прохождение снарядов при неблагоприятных погодных условиях дистанционно из автотранспорта (или иного укрытия).

6. НАЗНАЧЕНИЕ КНОПОК И ИНДИКАТОРОВ

6.1. Основной блок.

6.1.1. Кнопка «ПИТАНИЕ» предназначена для включения и выключения прибора. Индикатор питания соответственно засвечен, когда прибор включен.

6.1.2. Кнопка «БАТАРЕЯ» предназначена для контроля разряда аккумулятора. При нажатии и удерживании кнопки «БАТАРЕЯ» уровень засветки светодиодной шкалы соответствует оставшемуся заряду аккумулятора.

6.1.3. Кнопка «ИНФРА» предназначена для включения/выключения функции работы с инфразвуком. При включенной функции (индикатор «ИНФРА» засвечен) прибор выдает тоновый сигнал в звуковом диапазоне при скачках уровня инфразвука. Уровень (громкость) тонового сигнала соответствует уровню скачка.

6.1.4. Кнопки «ГРОМК. +» и «ГРОМК. —» предназначены для увеличения/уменьшения громкости сигнала в головных телефонах.

6.1.5 Светодиодная шкала предназначена для отображения уровня сигнала.

6.1.6. Индикатор «ЗАРЯД» засвечен в процессе заряда аккумулятора от зарядного адаптера. По окончании заряда индикатор «ЗАРЯД» гаснет.

6.1.7. Разъем «ВНЕШ.ПИТ» предназначен для подключения зарядного адаптера либо другого источника постоянного напряжения 9-30 В. прибор имеет защиту от подключения с несоблюдением полярности.

6.1.8. Разъем «ТЕЛЕФОН» предназначен для подключения головных телефонов. При включенных в прибор головных телефонах встроенный радиопередатчик отключен. Передатчик включается при отключении головных телефонов, в этом случае используйте головные телефоны с вспомогательным приемником.

6.2 Вспомогательный приемник.

6.2.1. Кнопка «ПИТАНИЕ» предназначена для включения и выключения прибора. Кратковременное нажатие включает приемник, удерживание более 1 сек. выключает независимо от состояния приемника до нажатия кнопки.

6.2.2. Кнопки «ГРОМК. +» и «ГРОМК. —» предназначены для увеличения/уменьшения громкости сигнала в головных телефонах.

6.2.3. Индикатор «СИГНАЛ» засвечен, когда происходит прием сигнала от передатчика основного блока. Яркость свечения индикатора «СИГНАЛ» зависит от остатка заряда аккумулятора. При отсутствии сигнала передатчика индикатор «СИГНАЛ» погашен, звук на головные телефоны не подается и приемник отключается автоматически через 1 мин.

6.2.4. Индикатор «ЗАРЯД» засвечен в процессе заряда аккумулятора от зарядного адаптера. По окончании заряда индикатор «ЗАРЯД» гаснет.

6.2.5. Разъем «ТЕЛЕФОН» предназначен для подключения головных телефонов.

7. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ И ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ

7.1. Установить сейсмодатчик на горизонтальную поверхность прослушивания вертикально с помощью магнитного держателя, либо просто выкрутив штырь.

7.2. Подключить сейсмодатчик к основному блоку (разъем на боковой стороне), подключить головные телефоны.

7.3. Нажатием кнопки «ПИТАНИЕ» включить «Сенсор свобода» основной блок. Удерживанием кнопки «БАТАРЕЯ» проверить остаточный заряд аккумулятора. Если это необходимо, зарядите прибор с помощью зарядного адаптера, либо от другого источника постоянного напряжения 930 В (см. п.6.1.6., 6.1.7).

7.4. Легким постукиванием пальцами по поверхности прослушивания проверьте работоспособность прибора в головных телефонах четко должны прослушиваться контрольные стуки, а шкала индикатора должна соответственно засвечиваться. Кнопками «ГРОМК. +» и «ГРОМК. -» отрегулируйте требуемую громкость.

7.5. Вспомогательный приемник не имеет индикатора остатка заряда аккумулятора. Встроенный аккумулятор приемника склонен к саморазряду. Если предыдущий заряд приемника осуществлялся более 10 дней назад, либо если приемник использовался после заряда более 15 час., зарядите вспомогательный приемник с помощью зарядного адаптера (см. п. 6.2.4.).

7.6. Включить вспомогательный приемник кратковременным нажатием кнопки «ПИТАНИЕ». Разъединить головные телефоны от основного блока и соединить с вспомогательным приемником.

7.7. Легким постукиванием пальцами по поверхности прослушивания проверьте работоспособность вспомогательного приемника — в головных телефонах четко должны прослушиваться контрольные стуки. Кнопками «ГРОМК. +» и «ГРОМК. —» на основном блоке увеличивайте громкость до тех пор, пока не услышите искажения звука. Затем немного уменьшите громкость, до отсутствия искажений. Требуемую для Вашего слуха громкость регулируйте с помощью кнопок «ГРОМК. +» и «ГРОМК. —» на вспомогательном блоке.

8. ПОРЯДОК РАБОТЫ

8.1. Извлеките из укладочного чемодана сейсмодатчик и, в зависимости от способа установки датчика (на грунт над трубопроводом или непосредственно на тело трубы, задвижку и т.п.), накрутите на наконечник сейсмодатчика конусный штырь или магнитный держатель, соответственно.

8.3. Проконтролируйте работоспособность прибора согласно п. 7.2. — 7.7.

8.2. Установите сейсмодатчик на место прослушивания, воткнув его вертикально в грунт над трубопроводом или с помощью магнитного держателя на корпус задвижки, тело трубы и т.п. (Зачистка изоляции при этом не обязательна).

8.5. При неблагоприятных погодных условиях работайте с прибором дистанционно из автотранспорта (или иного УКРЫТИЯ), используя вспомогательный приемник.

8.6. При подходе Движущегося в трубе снаряда к пункту контроля интенсивность звукового сигнала будет нарастать и

достигнет максимума при прохождении снаряда непосредственно под местом установки датчика. Соответственно будет нарастать и уровень засветки шкалы индикатора. Характерными звуками движения снаряда по трубопроводу являются периодически повторяющиеся через каждые 5 - 15 сек (в зависимости от скорости движения снаряда) глухие (низкой частоты) звуки от ударов манжет снаряда о внутренние поперечные сварные стыки трубопровода. При удалении снаряда с места контроля интенсивность звукового сигнала будет снижаться до полного прекращения.

8.7. При возникновении помех от падающих капель дождя и порывов ветра при прослушивании в неблагоприятных погодных условиях необходимо укрыть сейсмодатчик кошмой или иным подходящим предметом.

8.8. После прохождения снаряда выключить прибор «Сенсор свобода», выключить вспомогательный приемник, отсоединить наушники, отсоединить сейсмодатчик от прибора, снять сейсмодатчик с места установки, упаковать прибор в чемодан.

9. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

9.1. К эксплуатации прибор «Сенсор» допускаются лица, ознакомившиеся с настоящей инструкцией.

9.2. Извлечение плат и установку их на место, манипуляции с разъемами и другие ремонтные работы следует производить только при выключенной аппаратуре и вне взрывоопасных зон помещений.

9.3. ЗАПРЕЩАЕТСЯ использование устройства в помещениях, где возможно образование взрывоопасных смесей.

9.4. Во избежание выхода прибора из строя не рекомендуется:

- подключать к прибору внешние источники питания с напряжением выше 30В;
- натягивать кабель при снятии датчика с места установки (для этого необходимо использовать корпус сейсмодатчика);
- оставлять после пользования включенным питание прибора от внутреннего источника;
- устанавливать датчик в колодцах, залитых водой;
- подвергать устройство ударным воздействиям.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. ИЗУЧЕНИЕ ПРИБОРА «ПОИСК МП»

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Паспорт и инструкция по эксплуатации (ПИЭ) предназначена для изучения устройства и работы прибора «Поиск-МП».

ПИЭ содержит сведения об устройстве и составе прибора «Поиск-МН», его технических характеристиках, принципе работы, а также другую информацию, необходимую для правильной эксплуатации и полного использования технических возможностей прибора «Поиск-МН».

1.2. ПИЭ состоит из одного документа.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Прибор «Поиск-МН» предназначен для поиска и определения местонахождения с поверхности грунта застрявших очистных и диагностических устройств (именуемых далее снарядами). Прибор «Поиск-МП» также может использоваться для контроля прохождения движущихся снарядов в любой точке трассы МТ с регистрацией даты и времени прохождения в памяти приемника.

2.2. Прибор «Поиск-МИ» предназначен для применения в нефтепроводах с условным диаметром от 300 мм (а также в продукто- и газопроводах и водоводах аналогичного диаметра) с избыточным давлением до 8,0 МПа.

2.3. Прибор «Поиск-МН» состоит из следующих основных частей: передатчика, приемника с антенной, зарядного устройства (ЗУ) передатчика и ЗУ приемника.

2.4. Передатчик имеет герметичное взрывобезопасное исполнение, что позволяет использовать его в условиях, где могут образовываться взрывоопасные смеси с воздухом категории ПА группы ТЗ, согласно классификации ГОСТ 12.1.011-78.

Передатчик предназначен для эксплуатации в условиях, нормированных для исполнения «У» категории 4 согласно ГОСТ 15150-69.

2.5. Приемник относится к электрооборудованию общего назначения (имеет не взрывозащищенное исполнение) и должен

использоваться вне взрывоопасных зон согласно классификации ГОСТ 12.1.011-78 и предназначен для эксплуатации в условиях, нормированных для исполнения «У» категории 1.1 согласно ГОСТ 15150-69.

2.6. ЗУ относится к электрооборудованию общего назначения и должны использоваться вне взрывоопасных зон согласно классификации ГОСТ12.1.011-78 и предназначены для эксплуатации в условиях, нормированных для исполнения «УХЛ» категории 4.2 согласно ГОСТ-15150-69,

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1 Частота электромагнитного излучения передатчика – 13 ГЦ.

3.2. Напряжение питания:
внутреннего источника: передатчика- 4,8 В, приемника – 12 В.

3.3. Потребляемая мощность, не более:
передатчика << 0,15 Вт;
приемника—1 Вт.

3.4. Габаритные размеры:
передатчика - 87 (207 по крепежному фланцу) x485 мм;
приемника - 230x75x2 14 мм.

3.5. Масса, не более:
- передатчика - 20 кг,
- приемника - 2 кг (в упаковочном чемодане с ЗИП - 5 кг).

3.6. Источники питания:
- передатчика - 4 Ni-Cd элемента SANYO KR-7000F;
- приемника - встроенная аккумуляторная батарея типа EP 2,3-12 (возможна комплектация батареями других фирм с аналогичными характеристиками);

3.7. Длительность непрерывной работы, не менее:
- передатчика - 300 ч;
- приемника - 200 ч. без использования подсветки индикатора, 40 ч.с включенной подсветкой индикатора.

3.8. Условия устойчивого приема сигналов:
- наружный диаметр контролируемого трубопровода — от 300 мм;

- толщина стенки контролируемого трубопровода — от 7 до 16 мм;

- толщина слоя грунта над трубопроводом — не более 1,5 м;

- скорость прохождения снарядов по трубопроводу через контрольный пункт- до 2 м/с (рекомендуемая 1 м/с);

- расстояние между приемной антенной и передатчиком (через стенку трубы), не менее:

- 7 М вдоль оси трубопровода;

- 4 М глубина залегания трубопровода.

3.9. Точность определения местонахождения снаряда $\pm 0,5$ М.

3.10. Количество регистрируемых записей о дате и времени прохождения - 33,

3.11. Рабочая среда:

- для передатчика - нефть, нефтепродукты, газ и вода с давлением до 8,0 МПа и температурой от -20°C до $+50^{\circ}\text{C}$;

- для приемника - атмосферный воздух с температурой от -20°C до $+50^{\circ}\text{C}$.

3.12. Допустимые механические нагрузки:

- ускорение при ударном воздействии (частота ударов до 1 Гц) - 20 м/с^2 (для передатчика);

- ускорение при транспортной тряске (частота ударов 0,6 - 1,4 Гц) - 10 м/с^2 (для всех изделий прибора «Поиск-МИ»).

3.13. Вероятность безотказной работы прибора «Поиск-МП» при доверительной вероятности 0,9 - не менее 0,9 за время работы 150 ч.

3.14. Вероятность восстановления изделия за 24 - не менее 0,9.

3.15. Средний срок службы прибора «Поиск-МП» - не менее 5 лет (при замене элементов, тлеющих меньший срок службы).

4. СОСТАВ ПРИБОРА «ПОИСК-МН»

Состав комплекта прибора «Поиск-МП» приведен в таблице 2 и на рис.2.

Таблица 2

Состав комплекта прибора «Поиск-МП»

Наименование	Количество
Передатчик	1
Приёмник	1
Антенна	1
Кабель для антенны 1,5м	1
Зарядное устройство	2
Ключ шестигранный	1
Укладочный чемодан	1
Паспорт и инструкция по эксплуатации	1

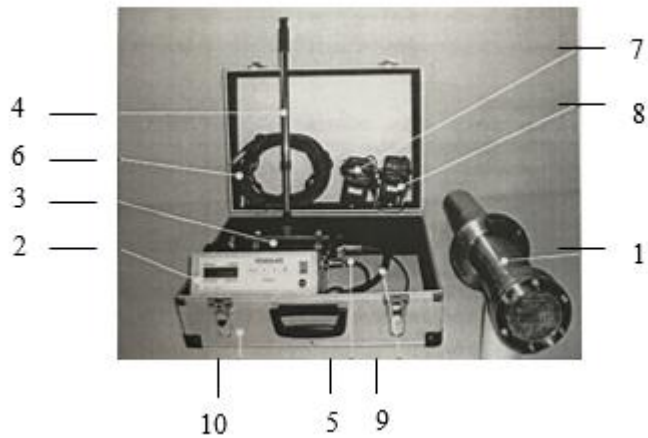


Рис.2. Внешний вид прибора «Поиск-МП» в укладочном чемодане:

1 – передатчик; 2 - приёмник; 3 - антенна; 4 - держатель антенны; 5 - кабель 1,5 м; 6 - удлинительный кабель; 7 - зарядное устройство передатчика; 8 - зарядное устройство приёмника; 9 - ремень; 10 - укладочный чемодан

Примечание: габаритные размеры и внешний вид передатчика могут меняться в зависимости от модификации.

5. ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРА «ПОИСК-МП»

5.1. Для определения местонахождения снарядов используется метод улавливания приемником волн переменного электромагнитного поля, генерируемого передатчиком, смонтированным на снаряде.

5.2. Передатчик, закрепленный на снаряде, запускается из камеры пуска скребков (с предварительно включенным электропитанием). Перемещаясь вместе с потоком перекачиваемого продукта по обследуемому трубопроводу, передатчик периодически излучает электромагнитные волны частотой 13 ГЦ, имеющие хорошую проходимость через стальные трубы и грунт.

5.3. Исходя из назначения (см. пункт 2.1) возможны два варианта работы с приемником прибора «Поиск-МП».

5.3.1. При поиске застрявших снарядов включенный приемник с антенной перемещается вдоль участка МТ, в котором предполагается нахождение снаряда. При расположении в зоне излучения передатчика антенна начинает улавливать сигнал передатчика, о чем будут свидетельствовать звуковая и визуальная сигнализации.

5.3.2. При контроле прохождения снаряда через контрольный пункт антенна приемника устанавливается на поверхности грунта непосредственно над трубой и ориентируется вдоль оси трубопровода. При прохождении снаряда под местом расположения антенны сигналы передатчика улавливаются ею, о чем также будут свидетельствовать звуковая и визуальная сигнализации приемника.

5.4. Перед каждым запуском аккумуляторные батареи приёмника и передатчика необходимо полностью зарядить до максимальной ёмкости.

5.5 Краткое описание режимов работы прибора «Поиск-МП»

Микропроцессорный приёмник прибора «Поиск-МП» имеет следующие режимы работы, отображаемые на жидкокристаллическом дисплее (режим работы выбирается кнопкой «Режим»):

5.5.1. Режим «SET» — режим установок, в который приемник переключается сразу после включения питания. На дисплее отображается надпись «SET 01 08:00:00» и запускаются часы. Надпись в этом режиме означает следующее:

SET -режим установки;

01 - число текущего месяца;

08:00:00 - время (8 часов, 00 минут, 00 секунд).

При этом на дисплее отображается и величина напряжения внутренней батареи гальванических элементов (например: «12,0 V»).

5.5.2. Режим «POISK» — режим поиска застрявшего снаряда. При этом во время приема сигналов передатчика на дисплее приемника периодически (с периодом примерно в 1,5...2 сек.) будут повторяться «бегущие» справа налево «прямоугольники». С левой стороны от них будет появляться значок «<>», «что означает распознавание и расшифровку сигналов передатчика, и устойчивый их прием.

5.5.3. Режим «AUTO» — режим контроля прохождения снаряда. При этом, также как и в режиме «POISK», во время приема сигналов передатчика на дисплее приемника будут появляться «прямоугольники».

Когда приемник находится в режиме «POISK» или «AUTO» имеется возможность включения или отключения звукового сигнала кнопкой «←». При этом на дисплее перед надписью «POISK» или «AUTO» отображается знак «+». Отсутствие этого знака означает выключенное состояние звукового сигнала приемника. В зоне устойчивого приема сигналов с левой стороны от «прямоугольников» также будет появляться значок «<>», что означает распознавание и расшифровку сигналов передатчика, и устойчивый их прием.

В этом случае визуальная индикация сопровождается звуковыми сигналами независимо от наличия знака «+».

В этом режиме после прохождения снаряда через точку контроля на дисплее отображается факт его прохождения и появляется следующее сообщение, например: «N903 05 11:23:08», что означает: 5-го числа текущего месяца в 11 часов 23 минуты 8 секунд снаряд прошел третий пункт контроля.

5.5.4. Режим «RESET» — режим очистки памяти. Четырехкратным нажатием кнопки «←→» можно очистить внутреннюю память приемника. При этом в правой части дисплея последовательно должны появиться знаки: 3, 2, 1 и R.

6. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ И ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ

6.1. После длительного хранения (более 12 месяцев) проверить герметичность оболочки передатчика внешним давлением 8,0 МПа в течение 24 часов в среде воды или нефти.

6.2. Произвести зарядку аккумуляторных батарей приемника, для чего:

- подключить ЗУ приемника к сети 220В. На ЗУ должен гореть красный и зелёный светодиод;
- подсоединить разъем ЗУ к зарядному разъему приемника при заряде должны гореть два красных светодиода;
- по окончании заряда снова должен гореть красный и зелёный светодиод. Полностью разряженный аккумулятор приемника заряжать не менее 24 часов.
- по окончании процесса заряда отсоединить разъем ЗУ от приемника.

6.3. Произвести зарядку аккумуляторных батарей передатчика, для чего:

- открыть крышку передатчиков, выкрутив крепёжные и используя выжимные винты;
- включить передатчик и дождаться разряда аккумуляторной батареи (аккумуляторы передатчика желательно полностью разряжать перед каждым зарядом). Контроль разряда осуществляется с помощью приемника до прекращения работы передатчика (см. пункт 6.4 - 6.7);

- подключить ЗУ передатчика к сети 220В. На ЗУ должен гореть красный и зеленый светодиод;

- подсоединить разъем ЗУ к зарядному разъему на панели управления передатчика — при заряде должны гореть два (один) красных светодиода;

- по окончании заряда снова должен гореть красный и зеленый светодиод. Полностью разряженный аккумулятор передатчика заряжать не менее 24 часов.

- по окончании процесса заряда отсоединить разъем ЗУ от панели управления передатчика.

6.4. Работоспособность передатчика контролируется с помощью приёмника, для этого необходим готовый к работе приемник

6.5. Присоединить к приемнику прибора «Поиск-МЛ» антенну, включить питание приемника и убавить чувствительность поворотом регулятора чувствительности против часовой стрелки до упора.

6.6 Включить питание передатчика. С этого момента передатчик начинает излучать электромагнитные сигналы инфранизких частот.

6.7. Положить антенну приемника на расстоянии 3 - 4 м от передатчика на устойчивую (без вибрации) поверхность и сориентировать оси антенны и передатчика параллельно друг другу. Постепенно увеличивая чувствительность, убедиться в работе передатчика по периодически повторяющимся:

звуковым сигналам с паузами от динамика, встроенного в приемник:

«бегущим» справа налево маркерам на жидкокристаллическом экране приемника.

6.8. Последовательно увеличивая (на 1 М) расстояние между передатчиком и приемной антенной добиваться с помощью регулятора чувствительности устойчивой звуковой и световой индикации с четкими паузами.

Максимальное расстояние устойчивого приема сигналов должно быть не менее 5 м.

6.9. Отключить питание приемника и передатчика.

На этом подготовка и проверка работоспособности передатчика и приемника прибора «Поиск МП» завершается.

7. ПОРЯДОК РАБОТЫ

7.1. После подготовки к работе и проверки функционирования, включить передатчик во взрывобезопасной зоне. Проверить целостность резиновых уплотнительных колец и чистоту внутренней поверхности передатчика, соприкасающейся с кольцами. Смазать солидолом резиновые кольца и поверхность соприкосновения. Закрывать крышку передатчика.

Закрепить передатчик к задней части снаряда следующим образом: короткая от фланца часть корпуса передатчика должна располагаться внутри снаряда, длинная часть корпуса с крышкой снаружи снаряда. Недопустим крепеж передатчика крышкой внутрь снаряда.

7.2. Запасовать в камеру запуска снаряд с установленным на нем передатчиком, закрыть камеру и опрессовать.

7.3. Подготовить приемник к работе и убедиться в приеме сигналов передатчика несколько раз: после запасовки снаряда в камеру пуска, после опрессовки камеры, перед выпуском снаряда из камеры.

7.4. В зависимости от поставленной задачи (поиск застрявшего снаряда или регистрация прохождения снаряда через контрольный пункт) существует две методики работы с приемником.

7.5. Поиск застрявшего снаряда.

7.5.1. На предполагаемом участке местонахождения

Застрявшего снаряда включить питание приёмника, предварительно подключив к нему антенну.

7.5.2. Поворотом по часовой стрелке ручки регулятора установить чувствительность приемника максимально возможной.

7.5.3. Перемещаясь вместе с приёмником вдоль трубопровода, необходимо периодически (через каждые 5 - 7 мин.) класть антенну на грунт так, чтобы ось антенны была параллельна оси трубы. При том, наибольшей эффективности поиска можно достичь, если антенна приемника будет располагаться как можно точнее над осью трубы. При отсутствии звуковой индикации в

течении 8-10 секунд следует перемещаться в следующую точку поиска.

7.5.4. При появлении сигнала передатчика приемник начнет подавать периодически повторяющиеся звуковые и визуальные сигналы, на дисплее слева от бегущих «прямоугольников» появится знак «<>». Продвигаясь далее по трубопроводу в обе стороны от этой точки, необходимо определить границы зоны устойчивого приема (по отсутствию знака «<>»).

7.5.5. Для уточнения местонахождения передатчика следует убавить чувствительность приемника, поворачивая слегка ручку регулятора чувствительности против часовой стрелки. Далее вновь следует определить границы зоны приема сигнала. Повторять эту процедуру пока зона приема не уменьшится до 1-2 метров. Передатчик располагается точно посередине зоны приема.

На рис. 3 показаны зоны устойчивого приема сигнала в зависимости от установленной чувствительности приемника.

7.6. Регистрация прохождения снаряда через контрольный пункт.

7.6.1. Установить антенну, подключенную к приемнику, на грунт над трубопроводом или непосредственно на тело трубы, ось антенны должна быть ориентирована параллельно оси трубопровода. При необходимости возможно использование удлинительного кабеля на барабане для подключения антенны к приемнику.

7.6.2. Поворотом по часовой стрелке ручки регулятора установить чувствительность приемника максимально возможной.

7.6.3. Включить питание приемника заблаговременно, до расчетного времени подхода снаряда. В режиме «SET», в который приемник входит сразу после включения питания, установить дату и текущее время на внутреннем таймере приёмника с помощью кнопок «→» «←».

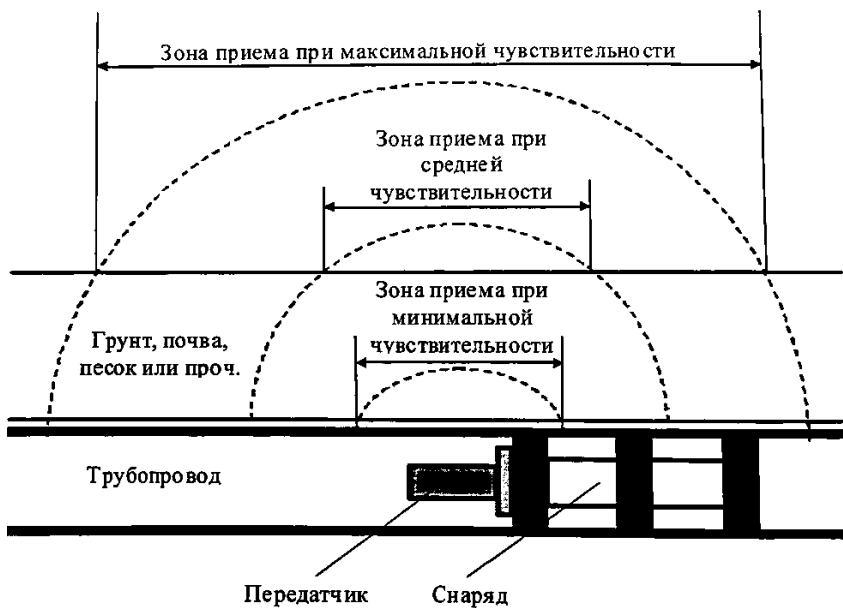


Рис. 3. Зоны устойчивого приема сигнала в зависимости от установленной чувствительности приемника.

7.6.4. При приближении снаряда с передатчиком к пункту контроля за 5-7 М до места установки антенны появятся периодические звуковые и визуальные («бегущие прямоугольники») сигналы. При уходе снаряда за зону приема периодичность звукового сигнала изменится. Снять звуковую сигнализацию можно нажатием любой из кнопок. Текущие значения дня, месяца и время прохождения снаряда запишутся в память, и будут храниться там до тех пор, пока не будет отключено питание приемника.

7.6.5. Для считывания информации, накопившейся в памяти, кнопкой «Режим» добиться вывода на дисплей знаков «N01». Кнопками «→» и «←» возможно «перелистывать» содержимое памяти, при этом на дисплее выводятся знаки «N02», «N03» и т. д., соответствующие номерам записей. При необходимости содержимое памяти можно переписать в протокол о продвижении снаряда.

7.7. По окончании работ питание приемника отключить. Составные части прибора очистить от грязи и уложить в упаковочный чемодан.

7.8. После извлечения снаряда из камеры приема снять передатчик со снаряда, протереть ветошью, отнести во взрывобезопасную зону, открыть крышку и выключить питание.

7.9. При такелажных работах на площадке, запасовке в камеру запуска и извлечении из камеры приема категорически запрещается ступать за передатчик.

7.10. Прибор «Поиск-МП» должен содержаться в чистоте и находиться во время хранения в укладочном чемодане.

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОСТИ ПЕРЕДАТЧИКА

8.1. Взрывозащищенность передатчика прибора «Поиск-МП» обеспечивается видом взрывозащиты «Взрывонепроницаемая оболочка» по ГОСТ 22782.6-81.

8.2. Излучающая катушка с платой передатчика и аккумуляторы размещены во взрывонепроницаемой оболочке передатчика.

9. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

9.1. К эксплуатации прибора «Поиск-МП» могут быть допущены только лица, ознакомившиеся с настоящей инструкцией и прошедшие необходимый инструктаж.

9.2. Во время эксплуатации прибор «Поиск-МП» должен подвергаться внешнему осмотру перед каждым запуском в трубопровод. При внешнем осмотре необходимо проверить:

- целостность оболочки передатчика (отсутствие на ней вмятин и других повреждений, которые могут повлиять на прочность и герметичность оболочки);

- наличие всех крепежных деталей и их затяжку.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.
ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ ВРЕЗКИ В
СТАЛЬНОЙ ТРУБОПРОВОД С ПОМОЩЬЮ УСТРОЙСТВА
TONISCO B30

Цель работы: освоить технологические операции по врезке в действующий трубопровод под давлением с помощью устройства «TONISCO B30».

1. ВВЕДЕНИЕ

Часто по окончании прокладки трубопровода увеличивается количество потребителей топлива (природного газа, нефти, воды) или появляется необходимость в транспортировке большего количества сырья, его отведении к другим объектам и т.д. В этом случае, как правило, осуществляют монтаж дополнительных трубопроводов-отводов, которые затем подключаются к магистралям при помощи технологии врезки.

Ранее врезка в трубопровод проводилась «традиционным» способом - полностью перекрывался рабочий поток, в ходе сварочно-монтажных работ устанавливался редуцирующий тройник. Отключение промышленного трубопровода даже на короткий срок приводило к снижению объемов и мощностей производства, в некоторых случаях - к браку и порче сырья. Установка тройника занимала не только много времени, но и требовала большого количества специальной техники. Результатом этого являются финансовые потери, снижение рентабельности и конкурентоспособности. Поэтому в настоящее время используется более современная технология- врезка в трубопровод под давлением, не предусматривающая остановки потока и не требующая большого количества затрат.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Холодная врезка - врезка в трубопровод, находящийся под давлением.

Режущий инструмент - инструмент для формирования новых поверхностей путём отделения поверхностных слоёв материала с образованием стружки.

Фреза - режущий многозубный инструмент в виде тела вращения для обработки металлов и других материалов резаньем.

Фланец (в трубопроводном транспорте) - элемент трубопровода, предназначенный для монтажа отдельных его частей и для присоединения оборудования к трубопроводу. Служит для прочного, герметичного, быстроразъемного соединения труб.

Согласующий фланец - элемент, соединяющий фланцы различных диаметров.

Червячный механизм - механизм, позволяющий передать и трансформировать крутящий момент к системе исполнения.

Крутящий момент - векторная физическая величина, равная векторному произведению радиус-вектора, проведенного от оси вращения к точке приложения силы, на вектор этой силы.

Шлиц - паз на валу, в который входит зуб сопряженной детали, образуя соединение, служащее для передачи крутящего момента.

Кондуктор (для сварки)- сборочно-сварочное оборудование, снабженное крепежными приспособлениями, дающее возможность вести сборку и сварку соединений в наиболее удобном положении.

3. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ХОЛОДНОЙ ВРЕЗКИ

Выбор способа резки в трубопровод в первую очередь зависит от материала трубы.

Врезка в ПВХ трубопровод (рис. 4) осуществляется путем создания вставок из стальных сплавов перпендикулярно к газовой трубе. Каждая вставка должна иметь длину от 70 до 100 см и наращиваться пластиковыми трубами путем раструбно-контактного соединения. Такой способ подразумевает, что на разогретую до температуры в районе 60 °С стальную вставку с усилием насаживается пластиковая труба. Применяется данный метод для создания отводов от газопроводов с низким давлением, а для средних перед наращиванием стальной вставки требуется нанести на место будущего соединения порошковый полиэтилен для более плотного сцепления двух видов материала.



Рис. 4. Врезка в ПВХ трубопровод

Холодная врезка в стальные трубопроводы (см. рис. 5) производится различными способами. Для осуществления врезки без сброса давления используются задвижки, седелки или хомуты. Если используется вариант с задвижкой, то в этом случае к магистральной трубе приваривается муфта и патрубок с фланцем, к которому и присоединяется задвижка с камерой. Отверстие в трубе вырезается корончатой фрезой через муфту, после чего вырезанный фрагмент, как и саму штангу с фрезой вынимается через камеру и задвижка закрывается. После этого к фланцу, расположенному на задвижке, можно подсоединять отвод.

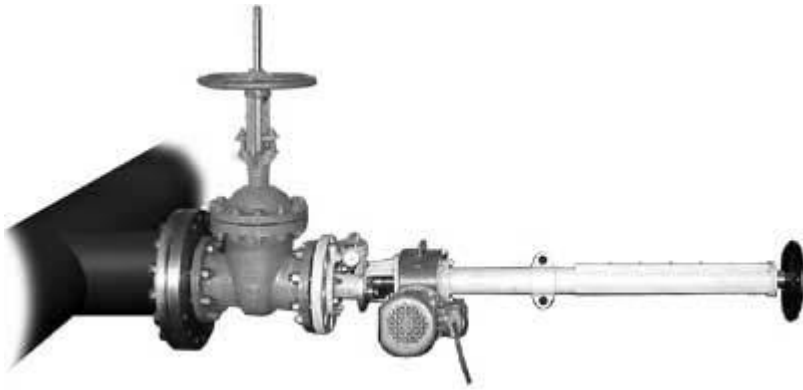


Рис. 5. Врезка в стальной трубопровод через задвижку

4. ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА

В работе используются следующее оборудование:

- Устройство для выполнения врезки под давлением на трубопроводах «TONISCO В30»;
- Соплассующий фланец на 250 мм;
- Участок трубы $D = 720$ мм, с приваренным патрубком.

Модель, показанная на рис. 6, представляет собой часть трубы длиной в 1 м, диаметром 720 мм и толщиной стенки 10 мм. К центральной части трубы приварен патрубок с фланцем для присоединения устройства холодной врезки. Для опоры и предотвращения перемещения трубы в горизонтальной плоскости используются металлические углы.

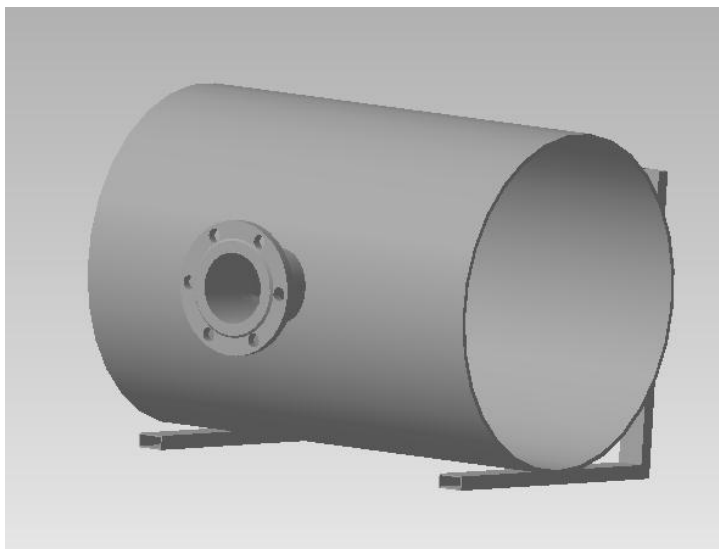


Рис. 6. Модель части трубы с приваренным патрубком

Устройство «TONISCO В30» предназначено для вырезки отверстий диаметром от 45 до 219 мм при врезке отводов в трубопроводы, находящиеся под давлением. Устройство (рис. 7) присоединяется к запорной арматуре адаптерами. Адаптеры могут быть трех вариантов: для резьбового, фланцевого и сварного соединения. Устройство, как правило, комплектуется электроприводом, но возможны и альтернативные виды приводов: ручной (трещотка), пневматический. В комплект также входит широкий спектр кольцевых пил, сверла, адаптеры. Врезка происходит с применением кольцевой пилы с относительно тонкими стенками, движущая сила минимизирована и количество стружки после сверления небольшое.

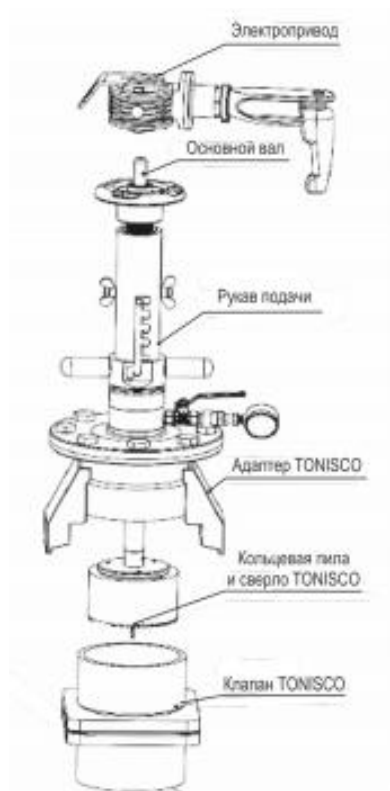


Рис. 7. Устройство «TONISCO B30»

Отличительными особенностями устройства являются:

- хорошее удаление стружки из зоны резания, предотвращающее поломку режущего инструмента, благодаря конструкции фрезы из быстрорежущей стали;
- гарантированное удаление вырезанного элемента («пятак») за счёт оригинальной конструкции механизма захвата;
- простота и надёжность конструкции;
- возможность демонтажа запорной арматуры с трубопровода с закрытием отверстия пробкой после окончания работ.

Основные технические характеристики устройства представлены в виде таблицы 3.

Таблица 3

Технические характеристики устройства TONISCO B30

Параметры	TONISCO B30
Давление в трубопроводе, МПа	до 2,5 (6,0) МПа
Диаметр вырезаемых отверстий, мм	45-219 мм
Тип соединения	Фланцевое/резьбовое/сварное
Вес устройства, кг	76 кг
Габаритные размеры ящика, мм	900x500x400 мм
Максимальная рабочая температура	160 °С
Привод вращения режущего инструмента	электропривод

5. ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ВРЕЗКИ И СБОРКА УСТРОЙСТВА

Первоначально необходимо отметить положение сварного участка на магистральной трубе. Форма магистральной трубы должна точно совпадать с формой привариваемого конца клапана. На этом этапе возможно потребуются провести ультразвуковое обследование стенки магистральной трубы на наличие коррозионных участков, которые могут повлиять на качество сварки. Ультразвуковой осмотр обычно бывает необходим только при наличии особых причин для подозрения об имеющейся коррозии.

Зачищенная поверхность должна быть немного больше сварного шва по размеру. При выборе места соединения следует избегать участков, где сверление придется проводить через сварной шов или другие неоднородные, возможно проблемные участки трубы. Сварное соединение также следует подогнать по форме к магистральной трубе.

В случае использования разрезного кольца, его необходимо устанавливать согласно инструкциям производителя.

Монтаж должен выполняться так, чтобы после сверления и монтажа отводной линии прошло 24 часа и затем была бы выполнена повторная проверка затяжки.

В случае выполнения магистральной линии из сварного материала вся отводная линия может быть присоединена путем приваривания конца сварного соединения. Если клапан

приваривается прямо к магистральной линии, необходимо придать концу привариваемого клапана форму точно совпадающую по форме с магистральной трубой. Осевая линия соединения должна быть направлена перпендикулярно осевой линии магистральной трубы (рис. 8).

Между магистральной трубой и сварным соединением должен быть зазор от 1 до 3 мм для обеспечения качественной сварки.

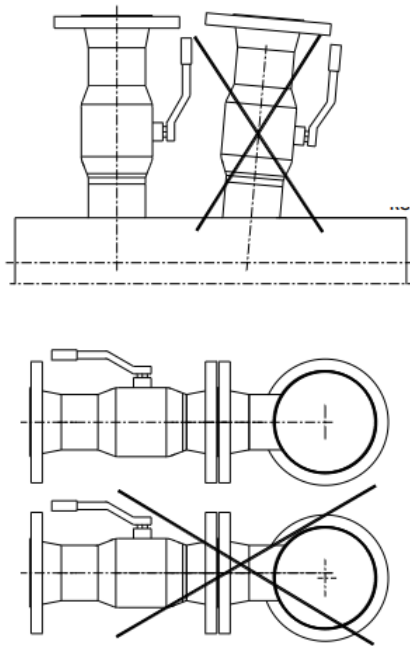


Рис. 8. Требования к монтажу отводной линии

Персонал, занимающийся сваркой, должен быть квалифицированным для выполнения сварки под давлением. Сварка соединяющих частей под давлением не сильно отличается от обычной сварки, необходимо только принять во внимание охлаждающий эффект внутреннего вещества, что требует

выполнения сварки, используя ток на 30 % больше, чем при обычной сварке.

Далее, следует проверить позицию клапана. Выбор правильной кольцевой пилы может быть проверен путем сравнения диаметра пилы с отверстием клапана. Самым удобным способом для этого будет присоединение ее к патрону и валу. В этот момент можно проверить также правильность функционирования закрывающего элемента шара или золотника.

Расстояние между стенкой магистральной трубы и наружного конца клапана необходимо измерить. Вал собирается исходя из расстояния от первичного вала до его удлинителей. Обычно при использовании коротких клапанов, приваренных непосредственно к магистральной трубе, не требуется применение удлинителей вала, длины первичного вала достаточно. Правильная общая длина вала приблизительно равна отмеренной длине плюс 500-600 мм.

Необходимо выбрать подходящий зажимной патрон и подсоединить его к кольцевой пиле. Выбор патрона зависит от диаметра кольцевой пилы. Если диаметр используемой кольцевой пилы меньше 100 мм, необходимо использовать патрон с меньшим диаметром с двумя чертежными кнопками, если диаметр больше, используется патрон большего размера. В случае использования патрона большего размера, крепление кольцевой пилы к патрону выполняется тремя болтами, болты должны быть ввинчены через дно кольцевой пилы. Патрон нужно ввинтить на конец вала.

Направляющее сверло необходимо протолкнуть в отверстие в патроне.

Канавка в шпинделе сверлильного устройства устанавливается напротив стопорного винта и винт затягивается ключом-шестигранником. Направляющие сверла имеют две длины на выбор. Более длинная выбирается при использовании глубокой кольцевой пилы, в остальных случаях предпочтительнее использовать короткое направляющее сверло.

В заключение, необходимо проверить лезвия направляющего сверла. Они должны быть шире снаружи для захвата кромки отверстия при сверлении через стенку трубы.

Перед тем как протолкнуть собранный вал на свое место в сверлильном устройстве, необходимо тщательно почистить вал, проверить поверхности на отсутствие повреждений, которые могут повредить уплотнительные кольца, и затем смазать герметиком. Кончик центрального сверла и зубцы кольцевой пилы необходимо слегка смазать пастой для резки.

Гнездо подачи снимается со сверлильного устройства путем его разъединения и поднятия ее вверх. После этого необходимо проверить и смазать уплотнения корпуса. Если они окажутся поврежденными, их следует заменить.

Подобрав подходящий крепежный адаптер, проверить и смазать его уплотнение. В заключение, вал с патроном, кольцевой пилой и направляющим сверлом необходимо протолкнуть на свое место.

Необходимо проверить уплотняемую поверхность клапана на отсутствие каких-либо бороздок или острых краев, которые могут повлиять на плотность уплотнения пластины. Адаптер крепится к клапану либо при помощи болтов. Если адаптер выполнен в виде фланца, то путем ввинчивания адаптера непосредственно к крепежной резьбе клапана. После первого витка необходимо наложить несколько оборотов уплотняющей ленты вокруг наружной резьбы.

После присоединения следует еще раз проверить, что отверстие клапана действительно достаточно для кольцевой пилы, оттянув вал назад и протолкнув его назад до упора до тех пор, пока точка направляющего сверла не ляжет против стенки магистральной трубы. Когда вал находится в обратном положении нужно убедиться в том, что направляющее сверло не находится между закрывающим элементом, перекрывая шар или золотник, прощупав руками, что ничего нет между поворачивающимся шаром и уплотнением.

Гнездо подачи ввинчивается до конца. Рукав подачи следует установить на свое место так, чтобы стопорные штифты золотника гнезда на канавках корпуса до упорного подшипника устройства соприкасались с кромкой вала. Рукав подачи ввинчивается до того момента, когда устройство подачи зафиксировано в следующей стопорной канавке. Если эта канавка самая нижняя или следующая

самая нижняя, мягкое удлиняющее гнездо устанавливается наверху вала и гнездо подачи собирается снова.

В заключение, важно, чтобы контрольный кран был закрыт.

Устройство привода прижимается на верхней части вала и прикрепляется при помощи 8-ми миллиметрового болта, проходящего через редуктор. Для направляющего сверла выбирается наивысшая скорость привода. Собранное устройство показано на рис. 9.

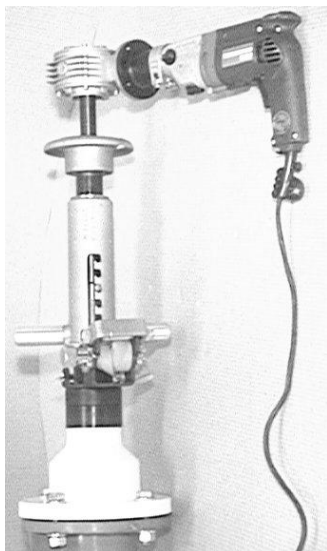


Рис. 9. Собранное устройство «TONISCO B30»

6. ОБСЛУЖИВАНИЕ УСТРОЙСТВА TONISCO B30

Обслуживание следует начинать с удаления грязи и мусора после сверления со всех деталей устройства. После чистки необходимо отсоединить друг от друга все детали корпуса, для этого нужно отвернуть 6 болтов, соединяющих детали. Одновременно отсоединив тормоз вала, если он подсоединен к устройству.

Когда болты откручены и детали отсоединены, передний подшипник может быть вытолкнут из корпуса и все уплотнительные кольца могут быть вытащены с передней и задней частей корпуса и

изнутри переднего подшипника. На рис. 10 показан корпус в собранном и разобранном виде.



Рис. 10. Корпус в собранном и разобранном виде

Все уплотнительные кольца, канавки уплотнительных колец, поверхности переднего подшипника и обеих сторон корпуса необходимо тщательно почистить. Следует избегать царапания рабочей поверхности подшипника и уплотняемой поверхности при их чистке.

После чистки следует тщательно проверить все детали и при необходимости заменить их. Перед сборкой необходимо смазать все уплотнения и подшипник смазкой.

После смазки подшипник и все уплотнительные кольца устанавливаются на место.

Обычно нет необходимости в снятии верхнего подшипника с задней части корпуса, но рекомендуется выполнить его техническое обслуживание, когда требуется максимально возможное уплотнение.

Сборка устройства начинается с соединения двух частей корпуса так, чтобы детали подходили друг к другу по центру. направления могут быть проверены с помощью блока питания, опорные шипы блока питания не должны препятствовать использованию контрольного крана и устройства для отсоединения вала.

Шесть крепежных болтов необходимо затянуть для крепежа верхней и нижней частей корпуса, а также тормоза вала, если он устанавливается.

Резьба подающего блока смазывается. Опорные шипы раскручиваются и резьба зачищается. Резьба и шары направляющей пружины внутри опорных шипов смазываются вязким маслом. Эти шаровые элементы завинчены внутрь и зажаты клеем, поэтому их не следует откручивать при смазке.

Маховичок подачи также необходимо открутить до конца, почистить и смазать.

Упорный подшипник необходимо почистить и смазать и при наличии признаков неисправности заменить. Сначала снимается губка уплотнителя и стопорное кольцо над ней, затем можно убрать упорный подшипник. Для смазки рекомендуется использовать консистентную смазку, загущенную литиевыми мылами с противозадирной присадкой.

Все отходы после сверления и грязь следует удалить со всех поверхностей крепежных адаптеров, резьбу можно смазать смазкой. Все уплотнительные кольца следует вытащить, почистить, проверить и смазать смазкой и после чистки канавок уплотнения установить на свои места.

Во время техобслуживания привод необходимо протереть влажной тканью, очень важно избегать намокания электрических элементов внутри привода.

Ежедневное обслуживание должно проводиться после каждой операции врезки. Для этого предполагается неполная разборка устройства. Вся грязь должна быть удалена с наружных поверхностей устройства, Патроны, вал и удлинители вала необходимо разобрать, почистить и смазать. Очень важно

отсоединить всю резьбу вала и патрона для предотвращения образования коррозии на них.

При хранении устройства также необходимо отсоединить вал и привод от корпуса. Перед упаковкой устройства в ящик для транспортировки рекомендуется время от времени почистить ящик, одновременно с этим следует проверить наличие и состояние всех частей устройства. После обслуживания сверлильное устройство следует упаковать в ящик для обеспечения наилучших условий хранения, защиты его от пыли, механических частичек и т.д.

7. ПОРЯДОК РАБОТЫ

1. Необходимо определить точное положение соединения на магистральной трубе. Следует тщательно очистить поверхность и снять изоляцию на рабочем участке.

2. Конец привариваемой к магистральному трубопроводу отводной линии с фланцами сначала устанавливается так, чтобы осевые линии располагались перпендикулярно и сваривается. Затем монтируется фланцевая арматура.

3. Далее необходимо собрать сверлильное устройство «TONISCO В30» (рис. 7) путем соединения соответствующего адаптера, установки вала необходимой длины, направляющего сверла и кольцевой пилы.

4. Длина вала берется больше на 500-600 мм расстояния от магистральной трубы до конца второго фланца задвижки по ходу движения газа.

5. Необходимо выбрать подходящий зажимной патрон и подсоединить его к кольцевой пиле. Выбор патрона зависит от диаметра кольцевой пилы. Если диаметр используемой кольцевой пилы меньше 100 мм, необходимо использовать патрон с меньшим диаметром с двумя чертежными кнопками, если диаметр больше, используется патрон большего размера. В случае использования патрона большего размера, крепление кольцевой пилы к патрону выполняется тремя болтами, болты должны быть ввинчены через дно кольцевой пилы. Патрон нужно ввинтить на конец вала.

6. Направляющее сверло протолкнуть в отверстие в патроне.

7. Канавка в шпинделе сверлильного устройства установлена напротив стопорного винта. Затянуть винт ключом-

шестигранником. На рис. 11 представлен собранный сверлильный вал с зажимным патроном, центральным сверлом и кольцевой пилой.

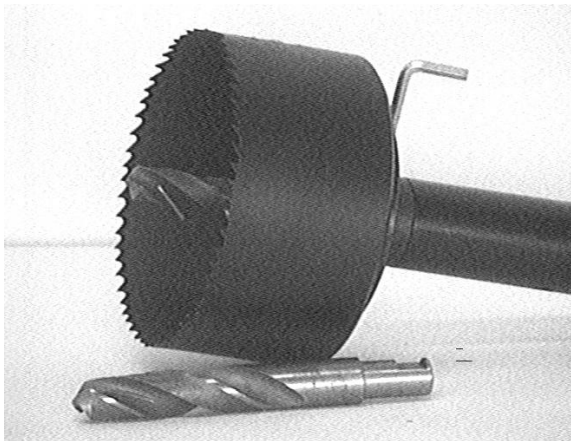


Рис. 11. Сборка сверлильного вала

9. Отсоединить сверлильное устройства от устройства подачи.

10. Смазать уплотнение корпуса и прикрепить корпус к фланцевому адаптеру «TONISCO B30».

11. Перед тем как протолкнуть собранный вал на свое место в сверлильном устройстве, необходимо тщательно почистить вал, проверить поверхности на отсутствие повреждений, которые могут повредить уплотнительные кольца, и затем смазать герметиком кончик центрального сверла и зубцы кольцевой пилы необходимо слегка смазать пастой для резки.

12. Вал вместе с патроном, кольцевой пилой и направляющим сверлом необходимо протолкнуть через клапан в сверлильную камеру.

13. Затянуть болты между фланцем и фланцевым адаптером.

14. Проверить, что вал беспрепятственно двигается до магистральной трубы.

15. Повернуть колесо механизма подачи в открытое положение и установить муфту питания к корпусу.

16. Соединить узел привода со сверлильным валом и плотно закрепить зажимными винтами. На рис. 10 представлено устройство в сборе.

17. Установить манометр (рис. 12) на контрольный кран и закрыть его.

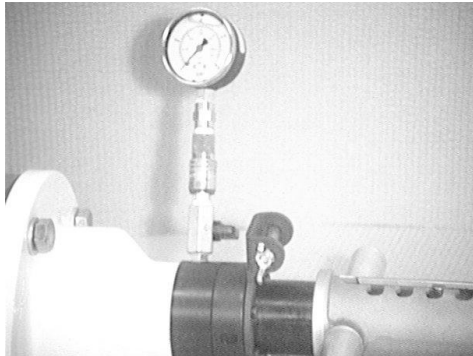


Рис. 12. Манометр на контрольном кране

18. Сверление начинается с помощью направляющего сверла. Выбрать максимальную скорость направляющего сверла (№2 на переключателе передаточного числа и буква «G» на катушке скорости). Подачу следует выполнять очень осторожно и медленно. Повышение давления на манометре указывает на то, что направляющее сверло просверлило отверстие в стенке магистральной трубы.

19. Когда базовое отверстие готово, необходимо выключить устройство привода и выбрать подходящую скорость для кольцевой пилы согласно таблице 4.

Таблица 4

Параметры для выбора скорости вращения кольцевой пилы

DN	Диаметр кольцевой пилы (мм)	Рабочая скорость (оборотов в мин.)	МЕТАВО Sbe 1000 (оборотов в мин.)
DN 40	38	95-100	1400-1600
DN 50	44	85-95	1200-1350
DN 65	57	70-80	1000-1200
DN 80	70	60-70	900-1000
DN 100	89	50-60	800-850
DN 125	121	50-60	650-700
DN 150	140	50-60	600-650
DN 200	181	50-60	500-600
Направляющее сверло		190	2200

20. Полученное отверстие растачивается с помощью кольцевой пилы на меньших оборотах.

21. Для проверки полного врезания кольцевой пилы необходимо протолкнуть вал, используя опорные шипы, по направлению к магистральной трубе если вал продвигается вперед, значит отверстие свободно.

22. Продвинуть вал в обратную сторону, закрыть задвижку и снять сверлильное устройство.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4.
ИЗУЧЕНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ
МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

По окончании строительно-монтажных работ, а также обеспечения требований безопасности проводится очистка полости и испытание трубопровода на прочность и герметичность. В их результате определяется готовность объекта к эксплуатации.

Протяженность испытываемых участков следует определять с учетом допустимой разницы высотных отметок продольного профиля и расположения по трассе линейной арматуры.

Пневматические испытания трубопроводов должны проводиться воздухом, инертным или природным газом, пневматические испытания трубопроводов, ранее транспортировавших углеводородные взрывоопасные среды, — инертным газом.

Пневматические испытания вновь построенных трубопроводов с рабочим давлением более 11,8 МПа не разрешаются.

При испытаниях трубопровода природным газом должны быть приняты меры, обеспечивающие безопасность работ, связанных с его применением.

Природный газ для испытаний следует подавать от заполненного газом действующего газопровода, пересекающего или проходящего вблизи строящегося трубопровода, для промышленного трубопровода — от скважины через сепараторы осушки газа.

Для облегчения поиска утечек в трубопроводе в процессе закачки в воздух (газ) следует добавлять одорант. Установки дозирования одоранта следует монтировать на узлах подключения к источникам воздуха (газа).

Рекомендуемая норма одоризации этилмеркаптаном составляет от 50 до 80 г на 1000 м³ воздуха (газа).

При проведении пневматических испытаний трубопровода при отрицательных температурах следует учитывать специфику эксплуатации передвижных компрессорных установок при низких температурах наружного воздуха. Пневматические испытания

магистральных газопроводов должны выполняться с обеспечением влагосодержания воздуха, подаваемого в газопровод, соответствующего температуре точки росы минус 35 °С и менее (при атмосферном давлении).

2. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Рабочее давление $P_{\text{раб}}$ - наибольшее избыточное давление при нормальном протекании рабочего процесса.

Испытательное давление $P_{\text{исп}}$ - внутреннее давление в трубопроводе при испытаниях для проверки системы на прочность и герметичность.

Заводское испытательное давление $P_{\text{зав}}$ - гарантированное заводами-изготовителями давление испытания труб, деталей, арматуры и оборудования после их изготовления.

3. ОЧИСТКА ПОЛОСТИ ТРУБОПРОВОДА

Очистка полости трубопровода должна проводиться в два этапа:

- предварительная очистка (см. рис. 13) (протягивание очистного устройства в процессе выполнения сварочномонтажных работ);

- продувка сжатым воздухом, промывка, удаление загрязнений потоком жидкости.

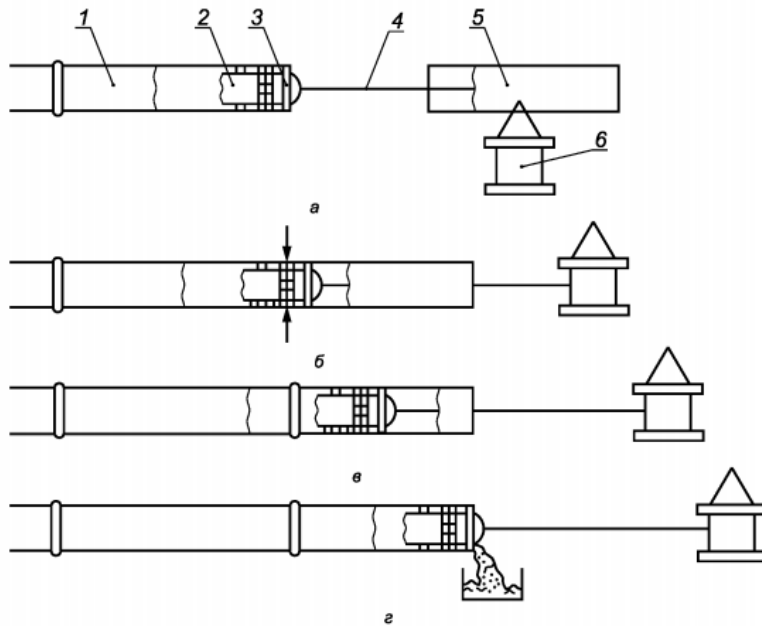


Рис. 13. Принципиальная схема предварительной очистки полости
 а — пропуск штанги очистного устройства через секцию; б — центровка секций и сварка секций; в — очистка полости собранной секции; г — выброс загрязнений из секций; 1 — плетя трубопровода; 2 — внутренний центратор; 3 — очистное устройство; 4 — штанга; 5 — секция трубопровода; 6 — трубоукладчик

Очистка полости выполняется с пропуском или без пропуском поршня. Продувка с пропуском очистных или разделительных устройств следует выполнять на трубопроводах диаметром 219 мм и более. Продувка без пропуском очистных или разделительных устройств допускается производить:

- на трубопроводах диаметром менее 219 мм;
- при длине очищаемого участка менее одного километра.

Перед пневматическими испытаниями следует производить очистку полости трубопровода от воды (жидкости) с помощью поршня-разделителя под давлением воздуха (газа)

Степень механического удаления воды при ее вытеснении следует проверять пропуском по трубопроводу контрольных поролоновых поршней до тех пор, пока поршень не выйдет сухим,

или измерением влажности воздуха или газа, выходящего из трубопровода после вытеснения воды.

Если в процессе продувки очистное или разделительное устройство застряло в трубопроводе, то его необходимо извлечь из трубопровода, устранить причину застревания, а участок трубопровода подвергнуть повторной промывке или продувке.

3.1 Продувка трубопровода с пропуском поршня

При продувке трубопровода следует применять сжатый воздух (газ) из ресивера, от высокопроизводительных компрессорных установок, из действующего газопровода. Также можно применять инертные газы (гелий, аргон), подводимые к трубопроводам от газовых установок промышленных предприятий. Принципиальная схема представлена на рис. 14.

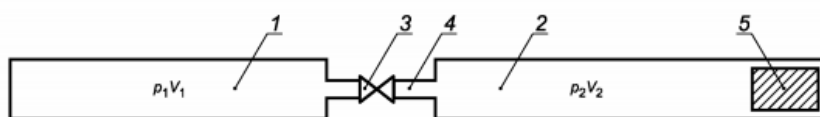


Рис. 14. Принципиальная схема продувки трубопровода с пропуском поршней под давлением воздуха (газа) из ресивера

1 — ресивер; 2 — трубопровод; 3 — кран; 4 — переключатель; 5 — поршень; p_1 — давление в ресивере; p_2 — давление в запоршневом пространстве; V_1 V_2 — объем соответственно ресивера и запоршневой камеры

Ресивер, ограниченный с обеих сторон заглушками или запорной арматурой, должен располагаться на участке, прилегающем к строящемуся трубопроводу. Заполнение ресивера следует производить одной или группой передвижных компрессорных установок. Нагнетательные трубопроводы каждой компрессорной установки должны быть подключены к коллектору.

При продувке трубопровода узел подключения от источника воздуха должен располагаться в середине продуваемого участка для разделения его на два плеча, попеременно являющихся ресивером и продувочным плечом.

При продувке трубопровода путем отбора природного газа (см. рис. 15) из действующего газопровода рабочее давление действующего газопровода не должно превышать давление испытаний строящегося трубопровода, в противном случае в линии отбора газа следует устанавливать предохранительный клапан.

Природный газ для продувки следует подавать от заполненного газом действующего газопровода, пересекающего или проходящего вблизи строящегося трубопровода.

При отборе газа из действующих газопроводов и скважин должны быть предусмотрены специальные мероприятия для обеспечения их бесперебойной эксплуатации в период продувки строящихся участков:

- разработаны схемы подключения временного шлейфа;
- определены объем и давление газа для продувки;
- установлено время отбора газа;
- установлена схема связи.

Указанные мероприятия должны быть согласованы с эксплуатирующими организациями и отражены в рабочей инструкции.

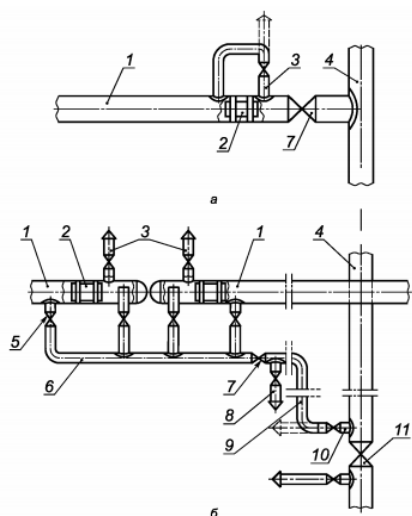


Рис. 15. Принципиальная схема подключения для отбора природного газа из действующих газопроводов

а — непосредственно на месте проектной вырезки газопровода — отвода в действующим газопровод; б — через свечу действующего газопровода и временный шлейф, подведенный к продуваемому участку; 1 - продуваемый участок; 2 — поршень; 3 — свеча на узле запаски поршней; 4 — действующий газопровод; 5 — кран коллектора; 6 — коллектор; 7 — кран отключающий; 8 — свеча на шлейфе; 9 — шлейф; 10 — свеча на действующем газопроводе; 11 — линейный кран на действующем газопроводе

При продувке трубопроводов газом из них предварительно должен быть вытеснен воздух. Инертный газ (как правило, азот) для вытеснения воздуха следует подавать до достижения давления в трубе не более 0,2 МПа. Вытеснение воздуха считается законченным, когда содержание кислорода в газе, выходящем из трубопровода, составляет не более 2 %.

Продувка трубопровода пропуском поршня в зависимости от скорости потока газа производится в следующих режимах:

- с механическим перемещением загрязнений перед поршнем;
- перемещением загрязнений в скоростном потоке газа перед поршнем;
- перетоком газа через пропускное устройство движущегося поршня.

Скорость продувки при перемещении очистных поршней должна соответствовать паспортным данным на изделие, при надземной прокладке трубопровода — не более 2 м/с.

Продувка с механическим перемещением загрязнений перед очистным поршнем применяется при производстве работ в нормальных условиях или при повторной очистке при повышенных требованиях к чистоте полости для трубопроводов диаметром 219 мм и более.

Продувка перемещением загрязнений в скоростном потоке воздуха (газа) перед поршнем применяется для трубопроводов диаметром 219 мм и более при сложных условиях производства работ. При очистке скорость передвижения очистного поршня составляет 0,83—2,78 м/с (3—10 км/ч).

Продувка с перетоком газа через пропускное устройство применяется при продувке сильно загрязненных участков, участков большой протяженности, а также для трубопроводов диаметром от DN 200 до DN 700. При этом применяется очистной поршень с перепускным устройством.

Продувка с пропуском очистного устройства считается законченной, если поршень прошел через весь продуваемый участок, вышел из трубопровода неразрушенным и не вынес впереди себя воду и загрязнения. При выходе струи загрязненного

воздуха, газа после выхода очистного устройства из трубопровода следует провести повторную продувку участка. При выходе воды из продувочного патрубка дополнительно следует пропустить поршень-разделитель. На магистральных трубопроводах допускается трехкратная продувка с пропуском очистных устройств.

3.2 Продувка трубопровода без пропуска поршня

Продувка трубопровода без пропуска очистных устройств осуществляется выносом загрязнений в скоростном потоке воздуха (газа).

Для продувки трубопровода без пропуска поршня давление воздуха (газа) в ресивере следует определять при соотношении объемов ресивера и продуваемого участка 2:1 и диаметре перепускной линии, равном 0,3 диаметра продувочного трубопровода в соответствии с 19.3.6 СП 86.13330.2014.

Максимальная протяженность участка трубопровода, продуваемого без пропуска поршней, должна быть не более 5 км.

Продувка без пропуска очистного устройства закончена, если из продувочного патрубка выходит струя незагрязненного воздуха (газа).

3.3 Продувка трубопровода с применением компрессорных установок

Суммарная производительность компрессорных установок должна быть достаточной для создания оптимальной скорости движения поршня.

Продувку трубопроводов с применением компрессорных установок следует производить следующими методами:

- скоростным потоком воздуха непосредственно от компрессорной установки (без применения ресивера и без пропуска очистного устройства (см. рис. 16));

- с пропуском очистного устройства под давлением воздуха непосредственно от компрессорной установки (без применения ресивера (см. рис. 17));

- с пропуском очистного устройства под давлением воздуха из ресивера, заполненного от компрессорной установки;

- комбинированного режима (для сильно загрязненных участков), предусматривающего предварительную продувку

полости трубопровода скоростным потоком воздуха и последующую продувку с пропуском очистного устройства без применения ресивера на обоих этапах;

- комбинированного режима — продувка полости трубопровода скоростным потоком воздуха непосредственно от компрессорной установки и при необходимости подача воздуха из ресивера.

Расчет параметров продувки с пропуском поршня под давлением воздуха, поступающего от компрессорных установок, должен основываться на:

- оценке давления, требуемого для движения поршня по трубопроводу, с учетом продольного профиля трассы, характера загрязнений в трубопроводе, типа и технических характеристик применяемых поршней;

- определении усилия, необходимого для перемещения поршня по всему трубопроводу (участку);

- определении суммарной производительности компрессорных установок для обеспечения оптимальной скорости движения поршня по трубопроводу;

- определении числа компрессорных установок для обеспечения эффективной очистки полости — для удаления воды из трубопровода.

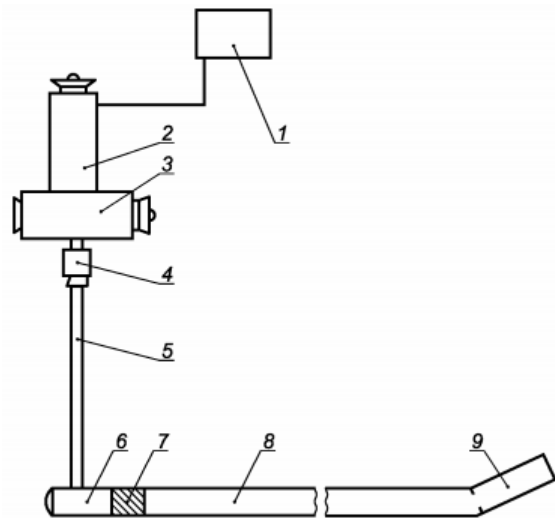


Рис.16. Принципиальная схема продувки трубопровода с применением компрессорной установки

1 — пульт управления; 2 — газогенератор; 3 — турбокомпрессор; 4 — предохранительный клапан; 5 — подсоединительный трубопровод; 6 — камера пуска поршня; 7 — поршень; 8 — продуваемый трубопровод; 9 — продувочный патрубок

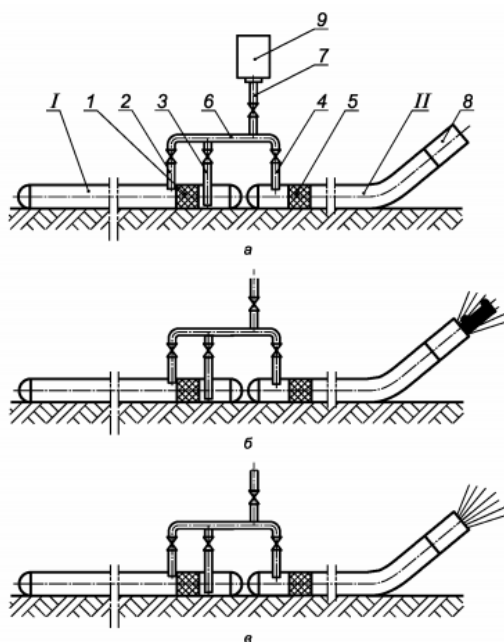


Рис. 17. Принципиальная схема очистки трубопровода с пропуском поршня от компрессорных станций с использованием ресивера
 а — заполнение ресивера сжатым воздухом; б — пропуск поршня под давлением воздуха от компрессорных станций; в — продувка плеча II от ресивера без пропуска поршня; 7 и 5 — очистные устройства; 2, 3 и 4 — перепускные патрубки с кранами; 6 — коллектор; 7 — подводящий патрубок; 8 — продувочный патрубок; 9 — передвижные компрессорные станции

4. КОНТРОЛЬ ПРОХОДНОГО СЕЧЕНИЯ ТРУБОПРОВОДА

Контроль проходного сечения (калибровка) должен осуществляться пропуском внутритрубного инспекционного устройства (поршня-калибра, оборудованного калибровочным диском) для выявления наличия недопустимых сужений (меньше диаметра калибровочного диска (КД)). Поршни с калибровочными дисками оборудуют устройствами обнаружения и отслеживания. Минимальное проходное сечение трубопровода должно обеспечивать беспрепятственный проход внутритрубного инспекционного прибора.

При пропуске внутритрубного устройства не допускаются резкие колебания скорости движения, что должно достигаться регулированием режима пропуска поршня в зависимости от профиля трассы.

Конструктивные требования к поршню-калибру должны определяться конкретными условиями пропуска на обследуемом участке. Подбор поршня-калибра должен осуществляться с учетом допуска (не менее 5 %) на овальность соединительных деталей. Отношение длины поршня-калибра (расстояние между опорными манжетами) к внутреннему диаметру трубопровода следует выбирать в интервале от 1,1 до 1,35.

Калибровка трубопровода считается законченной, если КД не поврежден или анализ полученных повреждений не свидетельствует о контакте с дефектами геометрии трубы контролируемого сечения.

На заключительных этапах пневматических испытаний участка трубопровода после пропуска поршня с калибровочным диском пропускают под давлением сжатого воздуха внутритрубный инспекционный прибор контроля геометрии труб для определения местоположения дефектов типа вмятин, гофров, овальностей (профилеметрия). В случае обнаружения дефектов геометрии труб, размеры которых не позволяют пропустить внутритрубный инспекционный прибор, дефекты устраняют.

5. ИСПЫТАНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ И ПРОВЕРКА НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ

Магистральные газопроводы испытываются на прочность давлением $1,1P_{раб}$ в течение 12 ч. Проверка на герметичность производится при рабочем давлении продолжительность определяется временем, необходимым для тщательного осмотра трассы с целью выявления утечек, но не менее 12 ч.

В зависимости от категорий участков трубопроводов и их назначений этапы, величины давлений и продолжительность испытаний трубопроводов на прочность и проверка на герметичность должны приниматься в соответствии СП 86.13330.2014.

После создания испытательного давления производится стабилизация температуры. Испытания на прочность назначают после того, как разница температур испытательной среды не превышает 1 °С.

В процессе испытания производится измерение давления и температуры испытательной среды как минимум в 3-х точках (равноудаленных от концов трубопровода).

Проверка на герметичность участков всех категорий трубопроводов должна проводиться после испытания на прочность и снижения испытательного давления до максимального рабочего, принятого по проекту.

При пневматическом способе испытания трубопровода подъем давления в нем до испытательного должен вестись через полностью открытые краны байпасных линий при закрытых линейных кранах. Подъем давления должен производиться плавно (не более 0,3 МПа в час) с осмотром трассы при давлении, равном 0,3 испытательного, но не выше 2 МПа. На время осмотра подъем давления должен быть прекращен. Дальнейший подъем давления до испытательного должен проводиться без остановок. При подъеме давления от $0,3P_{\text{исп}}$ до $P_{\text{исп}}$ и в течение 12 ч при стабилизации давления, температуры и испытаниях на прочность осмотр трассы запрещается. Осмотр трассы с целью проверки трубопровода на герметичность следует производить только после снижения испытательного давления до рабочего.

Проверку на герметичность трубопровода (участка) следует производить после испытания на прочность и снижения $P_{\text{исп}}$ до $P_{\text{раб}}$ в течение времени, необходимого для осмотра трассы (но не менее 12 ч). При испытании на герметичность следует проводить визуальный осмотр сварных соединений на отсутствие течей, отпотевания и дефектов сварного шва.

При заполнении трубопровода воздухом (газом) до испытательного давления $P_{\text{исп}}$ следует предусматривать многократный перепуск и перекачивание напорной среды по участкам трубопровода. Перепуск и перекачивание воздуха (газа) следует осуществлять с целью рационального использования накопленной в трубопроводе энергии с учетом числа, диаметра и

суммарного объема участков, времени заполнения их воздухом (газом) до $P_{исп}$, параметров и технологии заполнения.

График изменения давления в трубопроводе при пневматических испытаниях приведен на рис. 18.

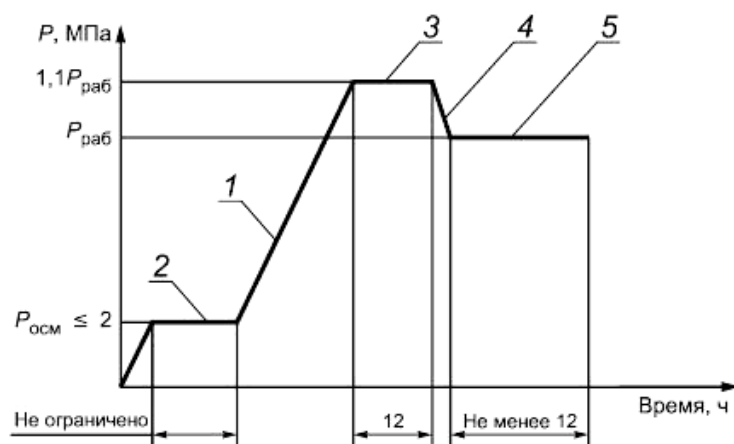


Рис. 18. График изменения давления в трубопроводе при пневматических испытаниях

- 1 - подъем давления; 2 - осмотр трубопровода; 3 - испытания на прочность;
4 - сброс давления; 5 - проверка на герметичность; $P_{осм}$ - давление, при котором производится осмотр трассы

Трубопровод считается выдержавшим пневмоиспытание на прочность и проверку на герметичность, если труба не разрушилась и за время испытания трубопровода на прочность давление в нем снизилось не более чем на 1% за 12 ч., а при проверке на герметичность не были обнаружены утечки. При пневматических испытаниях трубопровода на прочность допустимое снижение давления должно определяться расчетом в соответствии с температурными колебаниями.

Если результаты испытаний не отвечают установленным требованиям, необходимо устранить все выявленные нарушения и после этого произвести испытания повторно.

При проведении испытаний на прочность для измерения давления применяют поверенные, опломбированные, снабженные

паспортами манометры класса точности не ниже 1,0 (при проверке на герметичность — не ниже 0,4) с верхним пределом шкалы давления, равным $4/3 P_{исп}$ (при проверке на герметичность — $P_{раб}$).

Таким образом, принципиальная схема пневматических испытаний трубопровода должна включать:

- заполнение начального участка трубопровода с подъемом давления до $P_{исп}$;
- перепуск воздуха (газа) из одного участка трубопровода в другой;
- подъем давления во втором участке до $P_{исп}$ с помощью компрессорных установок для перекачивания воздуха (газа) из испытанного участка в подлежащий испытаниям, между участками располагается перемычка с краном;
- стабилизацию и измерение необходимых параметров напорной среды в трубопроводе;
- опорожнение испытанного участка.

5.1 Расчет времени наполнения трубопровода

Для определения времени наполнения трубопроводов воздухом следует применять номограмму. Номограмма состоит из двух частей (см. рис. 19).

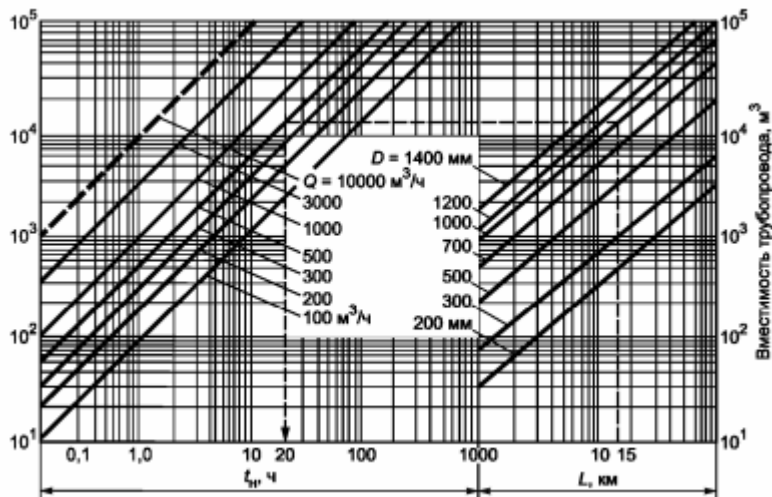


Рис. 19. Номограмма для расчета времени наполнения трубопровода воздухом

В правой части по оси абсцисс отложена протяженность L участков трубопровода от 1 до 100 км. Наклонные линии этой части номограммы обозначают номинальные диаметры трубопроводов от DN 100 до DN 1400.

По оси абсцисс в левой части номограммы отложена продолжительность наполнения трубопровода t_n от 0,1 до 1000 ч. Наклонные линии этой части номограммы обозначают производительность Q , м³/ч, компрессорных станций и наполнительных агрегатов.

По оси ординат отложена вместимость трубопровода, м³. Для сокращения размеров и удобства использования номограмма построена по логарифмической сетке с соответствующими делениями осей абсцисс и ординат и предназначена для определения времени заполнения трубопроводов воздухом до создания в нем избыточного давления 0,1 МПа.

Пример 1. Требуется определить время заполнения воздухом участка трубопровода диаметром DN1000, протяженностью 15 км до создания давления $P = 0,6$ МПа. Для заполнения используется компрессорная станция ДК-9 производительностью 600 м³/ч.

На оси абсцисс правой части номограммы находим точку, соответствующую $L = 15$ км и от нее находим вертикальную линию до пересечения с наклонной линией, обозначающей DN 1000. Из точки пересечения этих линий проводим горизонтальную линию в левую часть номограммы до пересечения с наклонной линией, обозначающей производительность $Q = 600$ м³/ч. Из этой точки опускаем перпендикуляр на ось абсцисс и находим, что время заполнения участка трубопровода вместимостью 12 000 м³ до избыточного давления 1 кгс/см² составляет $t_n = 20$ ч.

Для определения времени заполнения трубопровода воздухом до создания давления P необходимо найденное время умножить на коэффициент K , равный создаваемому давлению P , то есть

$$t_{нр} = K \cdot t_n = 6 \cdot 20 = 120 \text{ ч.}$$

При использовании для заполнения трубопровода группы наполнительных агрегатов или компрессоров необходимо найденное

время разделить на число этих агрегатов. Если трубопровод заполняется воздухом последовательно компрессорами низкого и высокого давления, то время заполнения следует определять отдельно для каждого приема, а затем полученные результаты суммировать.

При необходимости определения времени заполнения трубопровода агрегатами, производительность которых не указана в номограмме, по двум произвольно выбранным продолжительностям заполнения проводят наклонную линию, которая, естественно, пройдет параллельно ранее нанесенным (пунктирная линия $Q = 10\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$).

5.2 Выбор типа и числа компрессорных установок

Выбор типа и числа компрессорных установок следует осуществлять в следующей последовательности:

- определить максимально возможные потери напора (на трение, перепад высот, сопротивление перемещению поршня) на участке трубопровода;

- определить минимальное давление нагнетания компрессора;

- определить тип компрессора, обеспечивающего рассчитанное минимальное давление нагнетания компрессора;

- определить необходимое число компрессорных установок.

Минимальное давление нагнетания компрессора вычисляют по формуле:

$$P_H = n \left[\frac{\rho}{10^6} \left(\lambda \frac{L}{2D} v_{\min}^2 + gh \right) + \Delta P + P_{\kappa} \right] - P_a. \quad (1)$$

Необходимое число компрессорных установок K вычисляют по формуле:

$$K = n \frac{F v_{\min} T_{\text{нор}}}{10Q \cdot P_{\text{нор}} T} \left[\frac{\rho}{10^6} \left(\lambda \frac{L}{2D} v_{\min}^2 + gh \right) + \Delta P + P_{\kappa} \right], \quad (2)$$

где F — площадь внутренней поверхности полости трубопровода, м^2 ;

T — абсолютная температура воздуха (газа) соответственно в трубопроводе или ресивере, К;

$T_{\text{нор}}$ — абсолютная температура воздуха или газа в нормальных условиях, $T_{\text{нор}} = 293$ К;

$P_{\text{нор}}$ — давление при нормальных условиях (при $T_{\text{нор}} = 293$ К; $P_{\text{нор}} = 0,1$ МПа), МПа;

n — коэффициент запаса, $n = 1,1$ — для равнинной местности, $n = 1,25$ — для пересеченной местности;

ρ — плотность воды ($\rho = 1000$ кг/м³);

λ — коэффициент гидравлического сопротивления трубопровода, $\lambda = 0,15$ при удалении воды из предварительно очищенных (протягиванием или продувкой) участков газопровода; $\lambda = 0,025$ — при удалении воды из газопровода после его предварительной промывки;

L — длина очищаемого участка, м;

h — разность высотных отметок между концом очищаемого участка и поршнем при его: перемещении по газопроводу, проложенному по пересеченной местности, м (при прохождении поршня через точки газопровода, расположенные по продольному профилю выше конца очищаемого участка, значение h принимают отрицательным);

$v_{\text{мин}}$ — минимальная скорость передвижения поршня-разделителя в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя;

g — ускорение свободного падения, равное $9,81$ м/с²;

ΔP — сопротивление перемещению поршня-разделителя по трубопроводу в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя ($\Delta P = (0,05—0,2)$ МПа);

$P_{\text{к}}$ — давление в конце участка, МПа.

Необходимое число передвижных компрессорных установок для контрольного пропуска поршней-разделителей вычисляют по формуле:

$$K = \frac{n \left(\Delta P + \frac{P_a}{B} \right) F v_{\text{онм}}}{Q P_{\text{нор}}} \quad (3)$$

$n = 1,1—1,2$ — для трубопроводов, проложенных по равнинной местности;

$n = 1,1— 1,5$ — для трубопроводов, проложенных по пересеченной местности;

$v_{\text{опт}}$ — оптимальная скорость передвижения поршня-разделителя в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя;

Q — производительность одного компрессора, $\text{м}^3/\text{с}$.

Величина B может принимать следующие значения:

$$B = \sqrt{\frac{1 - \lambda v_{\text{опт}}^2 L}{RTD_{\text{вн}}}} - \text{при } L/D_{\text{вн}} > 50000, \quad (4)$$

$$B = 1 - \text{при } L/D_{\text{вн}} \leq 50000, \quad (5)$$

где R — газовая постоянная.

6. Предварительные испытания запорных узлов

Предварительные испытания запорных узлов должны проводиться до врезки в нитку трубопровода созданием внутреннего статического давления для выявления дефектов и подтверждения их герметичности до испытаний всего трубопровода (участка) после завершения СМР. Допускается проведение предварительных испытаний запорной арматуры на предприятии-изготовителе при проведении прямо-сдаточных испытаний, а испытание узлов запорной арматуры — в составе смонтированного трубопровода.

Подготовка запорного узла к испытаниям должна включать:

- приварку к концам монтажного узла временных патрубков с силовыми эллиптическими заглушками из труб длиной не менее 1,5 наружного диаметра трубопровода;

- монтаж на пониженном конце одного сливного патрубка с краном, на повышенном конце — воздухоспускного патрубка с краном и манометра;

- открывание запорной арматуры.

Предварительные пневматические испытания узла запорной арматуры (УЗА) проводят при давлении 3 МПа с выдержкой в течение 2 ч, проверку на герметичность — при давлении 2 МПа в течение времени, необходимого для осмотра УЗА. Предварительные пневматические испытания УЗА, устанавливаемых на трубопроводы

с $P_{\text{раб}}$ от 1,18 до 2,7 МПа, проводят при давлении $1,1 P_{\text{раб}}$, а проверку на герметичность — при $P_{\text{раб}}$

Давление в полости УЗА следует поднимать до 2 МПа, после чего подъем давления прекращается для осмотра УЗА, дальнейший подъем давления до $P_{\text{исп}}$ производится без остановок.

УЗА считается выдержавшим предварительные испытания на прочность и проверку на герметичность, если не произошло деформаций и не выявлены утечки.

7. ПОРЯДОК РАБОТЫ

Ниже представлена последовательность выполнения работ и технические средства по очистке полости и испытаниям трубопроводов (участков) с применением пневматического метода

1. Защита полости трубопровода от загрязнений.
2. Предварительная очистка полости в процессе сварочно-монтажных работ.
3. Предварительное испытание крановых узлов запорной арматуры трубопровода.
4. Продувка трубопровода с пропуском поршня и сбор загрязнений в конце очищаемого участка.
5. Контроль проходного сечения трубопровода.
6. Испытание трубопровода с применением воздуха.

При проведении пневмоиспытаний на прочность и герметичность выполняются работы в следующей последовательности:

- заполнение трубопровода газом (природным газом или воздухом);
- постепенный подъем давления до испытательного;
- стабилизация температуры по длине трубы;
- выдержка под испытательным давлением в течение определенного времени;
- снижение давления до рабочего;
- проверка на герметичность;
- освобождение от продукта;
- анализ результатов.

Содержание

Лабораторная работа № 1. Изучение прибора «сенсор свобода»	3
1. Общие сведения.....	3
2. Назначение	3
3. Технические данные.....	3
4. Состав прибора	4
5. Общее устройство и работа прибора	5
6. Назначение кнопок и индикаторов	6
7. Подготовка к работе и проверка работоспособности	7
8. Порядок работы	8
9. Указания мер безопасности	9
Лабораторная работа № 2. Изучение прибора «Поиск МП».....	10
1. Введение.....	10
2. Назначение	10
3. Технические данные.....	11
4. Состав прибора «Поиск-МП».....	12
5. Общее устройство и работа прибора «Поиск-МП».....	14
6. Подготовка к работе и проверка работоспособности	16
7. Порядок работы	18
8. Обеспечение взрывозащищенности передатчика.....	21
9. Указания мер безопасности	21
Лабораторная работа № 3. Изучение технологической операции врезки в стальной трубопровод с помощью устройства TONISCO В30	22
1. Введение.....	22
2. Основные термины и определения	22
3. Классификация методов холодной врезки.....	23
4. Приборы и устройства	25
5. Подготовка к выполнению врезки и сборка устройства.....	28
6. Обслуживание устройства TONISCO В30	32
7. Порядок работы	35
Лабораторная работа № 4. Изучение пневматических испытаний магистральных газопроводов	39
1. Основные сведения	39
2. Основные термины и определения	40
3. Очистка полости трубопровода.....	40

4. Контроль проходного сечения трубопровода.....	48
5. Испытания на прочность и проверка на герметичность.....	49
7. Порядок работы.....	57

**ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ
ГАЗОНЕФТЕПРОВОДОВ**

*Методические указания к лабораторным работам
для студентов бакалавриата направления 21.03.01*

Сост.: *А.В. Шалыгин, Е.Д. Карякина*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
транспорта и хранения нефти и газа

Ответственный за выпуск *А.В. Шалыгин*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 26.05.2022. Формат 60×84/16.

Усл. печ. л. 3,4. Усл.кр.-отт. 3,4. Уч.-изд.л. 3,0. Тираж 50 экз. Заказ 320.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2