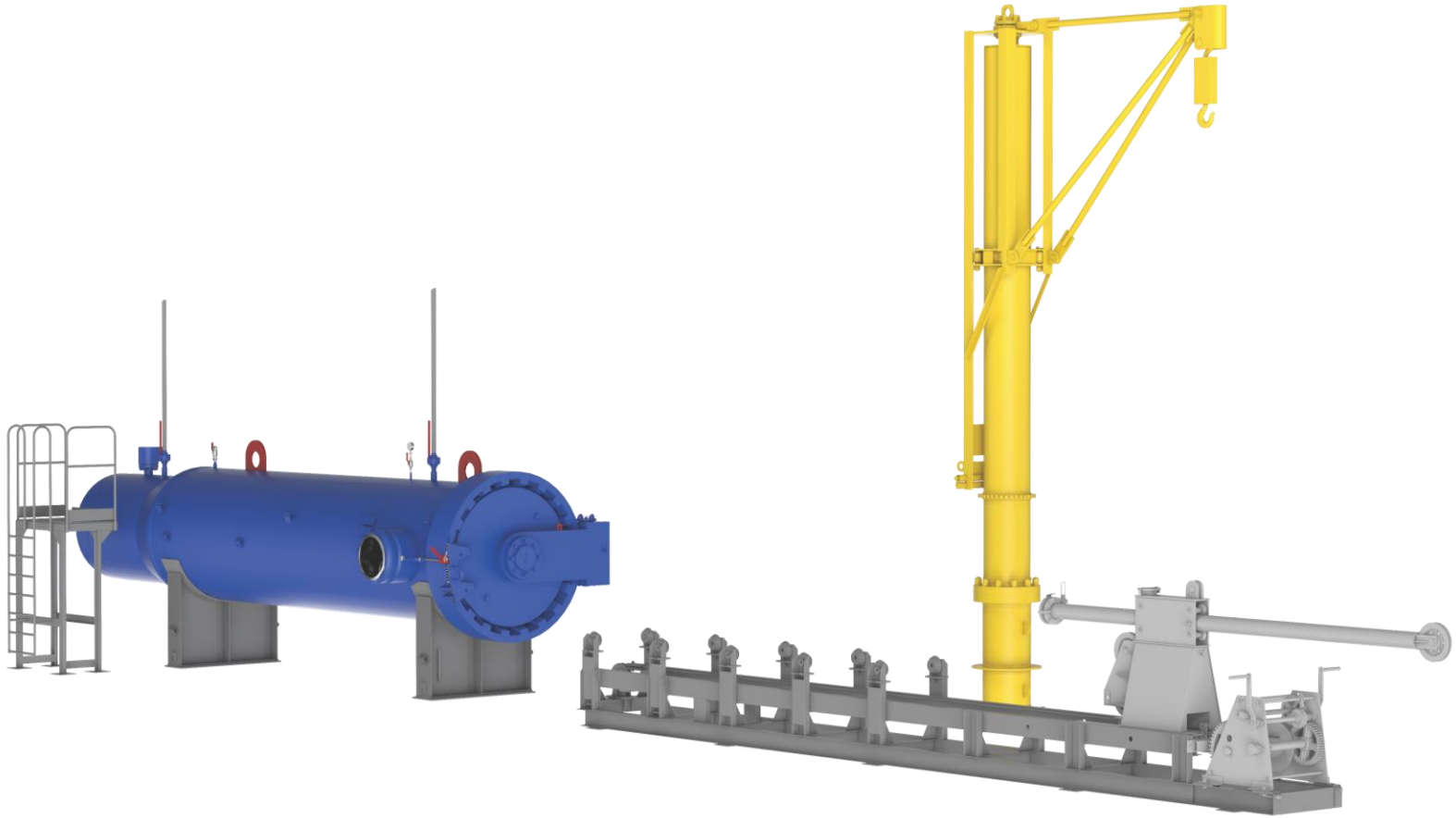
- ✓ Устройство и назначение камер запуска и камер приема.
- ✓ Очистка полости МГ.
- ✓ Внутритрубная диагностика трубопровода.



- ✓ **Очистку полости газопровода** обеспечивают пуском и приемом ОУ и выполняют **по** разрабатываемой ЭО **инструкции**, которая предусматривает:
    - **организацию** работ, технологию **пуска и приема**, **методы** и **средства контроля** за прохождением ОУ, **требования безопасности** и противопожарные мероприятия.
- ✓ Сроки и периодичность пропуска ОУ определяют исходя из фактического гидравлического состояния участков газопровода.
- ✓ Газопровод в **пределах одного очищаемого участка** должен иметь **постоянный** внутренний **диаметр** и **равнопроходную линейную арматуру** без узлов или деталей внутри газопровода.
- ✓ При проектировании узлов равнопроходных ответвлений от основного газопровода, а также неравнопроходных ответвлений, диаметр которых составляет **свыше 0,3 диаметра основного газопровода**, должны предусматриваться проектные решения, **исключающие возможность попадания ВТУ в ответвление**.

Причины загрязнения в газопроводе появляются и накапливаются по следующим :

- ✓ **в процессе строительства** газопровода внутрь его случайно попадает грунт, вода и различные предметы, а также поверхностный рыхлый слой ржавчины и окалины;
- ✓ **при эксплуатации МГ** его внутренняя поверхность загрязняется частицами породы, окалиной, отслоившейся от труб, конденсатом, водой, метанолом и т. п.

Цели применения внутритрубных поршней:

- очистка и калибровка полости МГ перед ВТД после строительства, реконструкции, ремонта или в процессе эксплуатации;
- разделение различных сред и продуктов при заполнении и вытеснении их из участков ЛЧ МГ;
- удаление и распределение остаточной жидкости по внутренней поверхности труб на участках ЛЧ МГ в процессе осушки их полости.
- при снижении гидравлической эффективности участков МГ.

Поршни пропускают по участкам МГ под давлением транспортируемой среды (газа горючего природного), а также воды, воздуха, азота в процессе строительства и эксплуатации.

Требования к организации работ по очистке полости газопровода

- ✓Работы по очистке МГ с пропуском поршня – **газоопасные работы**.
- ✓Предусмотрено **оформление наряда-допуска** на проведение работ.
- ✓Обеспечение надежной связи при проведении работ.
- ✓Проведение работ в светлое время суток (в темное время суток при организации достаточного освещения).
- ✓Проведение **анализа загазованности** при газоопасных работах.
- ✓Выполнение работ по пропуску поршня проводятся в спецодежде и спецобуви с применением **СИЗ**.
- ✓**Запрещено нахождение** оператора в охранной зоне, а также со стороны поворотного устройства камер.
- ✓Запрещено нахождение людей, машин и механизмов, не участвующих в пропуске СОД.

- ✓Места проведения работ по запасовке и приему поршней огораживают предупреждающими знаками или заграждениями, обозначающими границы рабочей зоны, устанавливают следующие предупреждающие знаки: «Опасно. Трубопровод под давлением» или «ОСТОРОЖНО».
- ✓Для недопущения проникновения в зону проведения испытания газопроводов посторонних лиц, транспортных средств и др. за пределами в охранной зоне выставляют охранные посты.
- ✓Замер параметров испытания производят дистанционно приборами, вынесенными за пределы в охранной зоне.

Размеры опасной зоны, устанавливаемой на период проведения работ по промывке, продувке и вытеснению воды из полости газопроводов при гидравлических испытаниях

СТО Газпром 2-3.5-354-2009

$P_{раб}$, МПа	$P_{исп}$, МПа	Диаметр газопровода, мм				
		до 300	от 300 до 500	от 500 до 800	от 800 до 1000	от 1000 до 1400
Охранная зона в направлении вылета поршней при промывке, продувке и вытеснении воды, м		600	800	800	1000	1000
Размеры охранной зоны в метрах в обе стороны от оси газопровода (в числителе) и в направлении возможного отрыва заглушки от торца газопровода (в знаменателе)						
5,5	6,05	75/600	75/600	75/600	75/600	100/600
	6,88	75/600	75/700	75/600	75/600	100/650
	8,25	75/600	75/800	75/600	100/800	100/800
7,4	8,14	75/600	75/800	75/600	100/800	100/800
	9,25	100/800	100/1000	100/800	100/900	120/900
	11,1	100/900	100/1200	100/900	120/1100	120/1000
9,8	10,08	-	-	100/800	100/1000	120/1000
	11,25	-	-	100/900	120/1100	130/1000
	14,7	-	-	130/1100	160/1400	170/1300
11,8	13	-	-	120/1000	140/1200	150/1200
	14,75	-	-	130/1100	170/1400	170/1300
	17,7	-	-	180/1300	210/1500	200/1500
-	Выше 17,7	-	-	200/1500	250/1700	250/1700

Размеры охранной зоны, устанавливаемой на период проведения работ по очистке полости и продувке газопроводов при пневматических испытаниях

СТО Газпром 2-3.5-354-2009

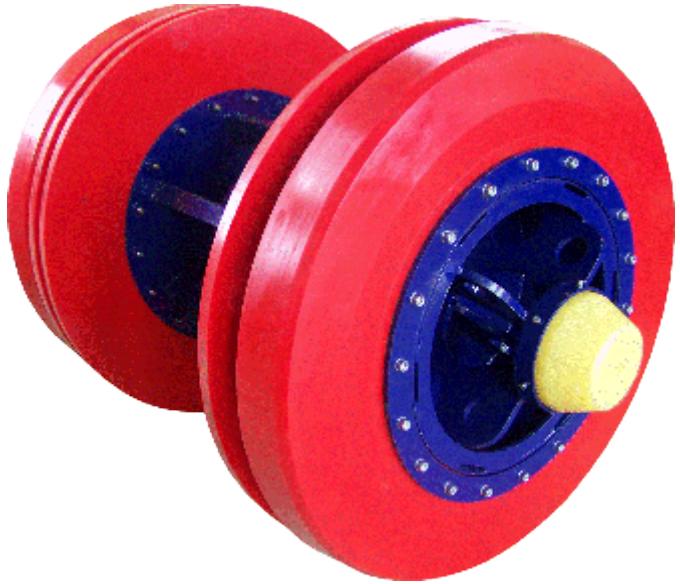
$P_{раб}$, МПа	$P_{исп}$, МПа	Диаметр газопровода, мм				
		до 300	от 300 до 500	от 500 до 800	от 800 до 1000	от 1000 до 1400
Охранная зона в направлении вылета поршней при очистке и продувке, м		600	800	800	1000	1000
Размеры охранной зоны в метрах в обе стороны от оси газопровода (в числителе) и в направлении возможного отрыва заглушки от торца газопровода (в знаменателе)						
5,5	6,05	100/600	150/800	200/800	200/1000	250/1000
	6,88	100/600	150/800	200/800	200/1000	250/1000
	8,25	150/700	200/800	250/1000	300/1200	350/1200
7,4	8,14	150/700	200/800	250/1000	300/1200	350/1200
	9,25	250/900	300/1100	350/1200	400/1500	450/1500
	11,1	350/1000	350/1200	450/1500	500/1500	500/1500
9,8	10,08	-	-	400/1400	450/1500	450/1500
	11,25	-	-	450/1500	500/1500	500/1500
	14,7	-	-	500/1600	630/1800	630/1800
11,8	13	-	-	450/1500	550/1600	550/1600
	14,75	-	-	500/1600	630/1800	630/1800
	17,7	-	-	550/1600	630/1800	630/1800

Классификация поршней, применяемых на магистральных газопроводах

К очистным внутритрубным устройствам относятся:

- скребки-калибры;
- очистные поршни;
- магнитные очистные поршни (с магнитными поясами для удаления магнитных металлических предметов, оставшихся в полости газопровода).

Очистной магнитный поршень



Поршень очистной с металлическим корпусом

Поршни очистные полиуретановые

- ✓ **Скребок-калибр** – внутритрубный снаряд, способный проходить значительные сужения трубопровода, отводы с малым радиусом кривизны, задвижки и краны, по тем или иным причинам не полностью открытые, и другие препятствия.
- ✓ Скребки-калибры предназначены для первичной очистки и оценки минимального проходного сечения трубопровода перед запуском очистного и диагностического оборудования.
- ✓ Проходное сечение оценивается по загибу калибровочных дисков, установленных на скребок. При прохождении недопустимых сужений пластины деформируются, по наличию и величине загиба выносится решение о возможности продолжения очистных и диагностических работ.
- ✓ Скребки-калибры способны проходить **сужения до 0,7 наружного диаметра** трубопровода. Установленные калибровочные пластины (состоящие из лепестковых калибров) имеют диаметр 0,85DN и 0,9DN, который соответствует проходимости диагностического оборудования.
- ✓ Двигаясь первым по трубопроводу, скребок-калибр собирает со стенок накопившиеся отложения и частично выносит их в приемную камеру.

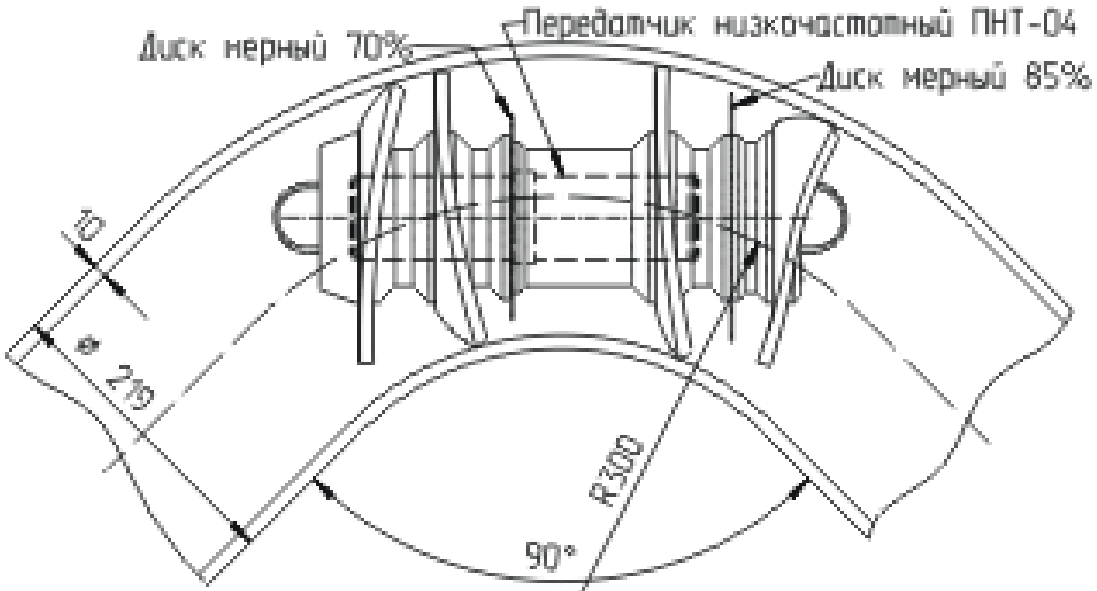
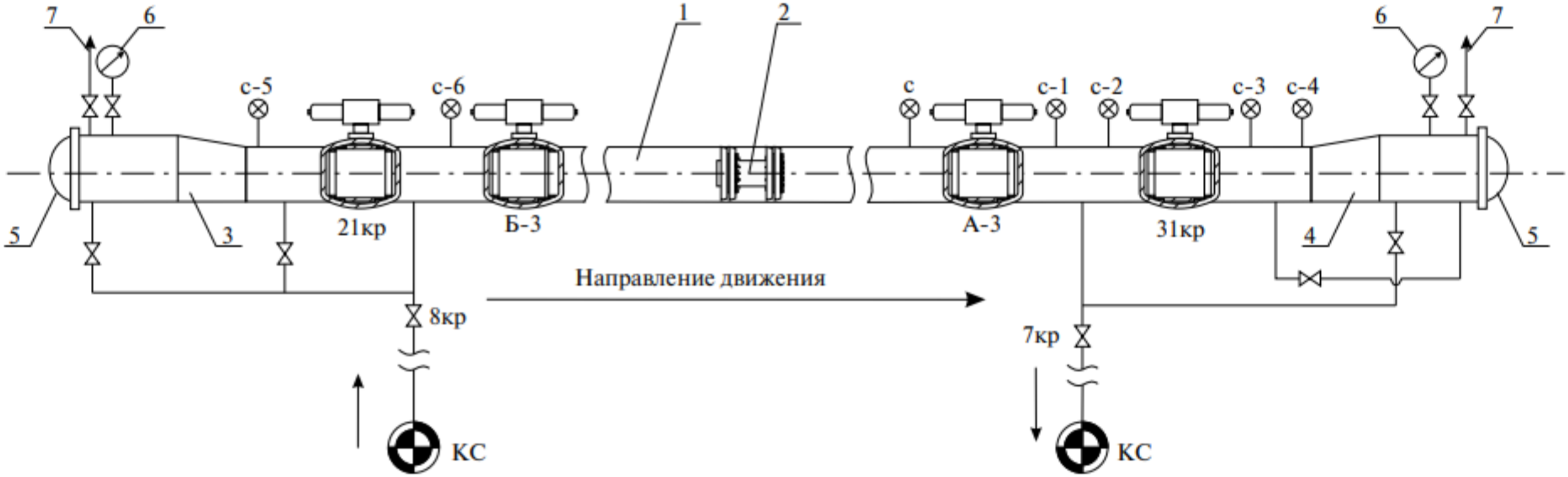


Схема прохождения отвода крутоизогнутого по ГОСТ 17375-2001

- ✓На участках МГ при эксплуатации и пропуске ВТУ в процессе транспортировки газа применяют в основном постоянные КЗ и КП, установленные по проекту.
- ✓При необходимости выполнения работ по пропуску ВТУ на участках МГ, на которых не установлены постоянные КЗ и КП, а также газопроводах-отводах устанавливают мобильные или инвентарные КЗ и КП.
- ✓Для каждого временного узла пуска и приема разрабатывается проект его привязки к конкретному участку газопровода.
- ✓**Порядок выполнения работ по пропуску ВТУ** при применении мобильных или инвентарных КЗ и КП с шаровыми кранами **аналогичен** порядку при использовании постоянных КЗ и КП.

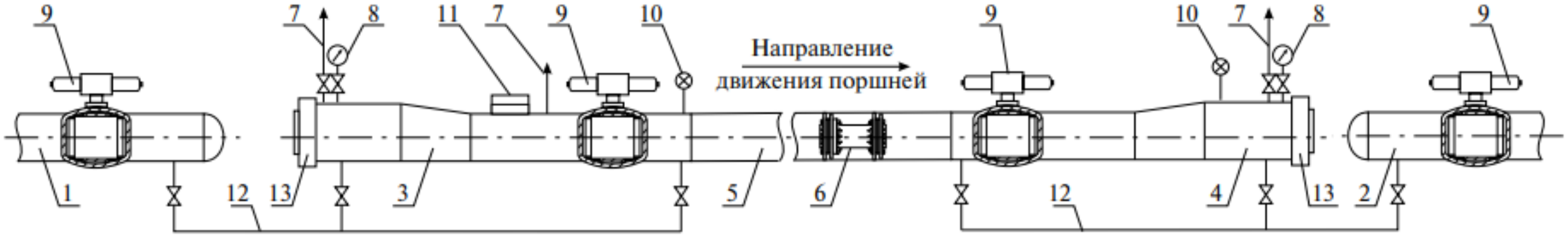
Схема пропуска ВТУ под давлением газа при эксплуатации на участках МГ с постоянными КЗ и КП



1 – участок МГ между КС; 2 – поршень; 3 – постоянная КЗ; 4 – постоянная КП; 5 – затворы КЗ и КП; 6 – манометры; 7 – свечи; 21кр, 7кр, 8кр, А-3, Б-3, 31кр – нумерация кранов; с, с-1, с-2, с-3, с-4, с-5, с-6 – сигнализаторы прохождения поршней

Р Газпром 2-3.5-1031-2015

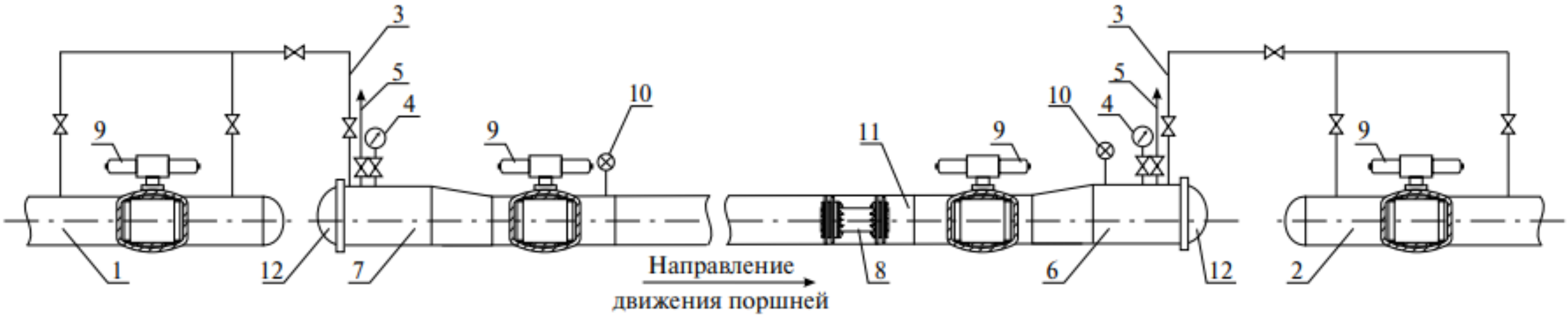
Схемы пропуска ВТУ под давлением газа при эксплуатации на участках МГ и газопроводах-отводах (на которых нет постоянных КЗ и КП) с применением мобильных КЗ и КП



1 – узел подачи газа от действующего МГ для пропуска ВТУ (крановый узел с линейным шаровым краном, или узел подключения газопровода-отвода к МГ); 2 – узел подачи газа из очищаемого (диагностируемого) участка МГ в действующий участок МГ (газопровод-отвод); 3 – КЗ; 4 – КП; 5 – участок очищаемого (диагностируемого) газопровода; 6 – ВТУ; 7 – свечи; 8 – манометры; 9 – шаровые краны; 10 – сигнализаторы прохождения ВТУ; 11 – устройство для подтягивания поршня в камере; 12 – соединительные трубопроводы; 13 – затворы КЗ и КП

Р Газпром 2-3.5-1031-2015

Схемы пропуска ВТУ под давлением газа при эксплуатации на участках МГ и газопроводах-отводах (на которых нет постоянных КЗ и КП) с применением инвентарных КЗ и КП



1 – узел подачи газа от действующего МГ для пропуска ВТУ (крановый узел с линейным шаровым краном, или узел подключения газопровода-отвода к МГ); 2 – узел подачи газа из очищаемого (диагностируемого) участка МГ в действующий участок МГ (газопровод-отвод); 3 – соединительные трубопроводы; 4 – манометры; 5 – свечи; 6 – инвентарная КП; 7 – инвентарная КЗ; 8 – ВТУ; 9 – шаровые краны; 10 – сигнализаторы прохождения ВТУ; 11 – участок очищаемого (диагностируемого) газопровода; 12 – затворы КЗ и КП

Р Газпром 2-3.5-1031-2015

индикатор-калибр: Поршень, предназначенный для оценки возможности последующего пропуска снарядов-дефектоскопов и поршней с повышенной очистной способностью, оснащенный двумя калибровочными дисками (имеющими размеры, соответствующие проходимостям указанных снарядов-дефектоскопов и поршней) и способный преодолевать минимальные сужения на 5 % меньше, чем снаряд-дефектоскоп контроля геометрии труб.

$Д_{геом}$ – минимальное сужение, преодолеваемое снарядом-дефектоскопом контроля геометрии труб;

$Д_{кд}$ – диаметр калибровочного диска, назначаемый для оценки возможности пропуска по участку магистрального газопровода снаряда-дефектоскопа металла труб и поршней повышенной очистной способности;

СД КГТ – снаряд-дефектоскоп контроля геометрии труб;

СД МТ – снаряд-дефектоскоп металла труб.

Данные о типах поршней, применяемых для выполнения различных технологических операций при эксплуатации МГ

Характеристики очищаемых участков ЛЧ МГ	Цель работ	Тип поршня
Очистка участков МГ с пропуском ВТУ в процессе транспортировки газа		
Участки МГ от КЗ до КП, подготавливаемые к ВТД	Оценка возможности пропуска СД КГТ	Индикатор-калибр с чистящими дисками
	Очистка	Дисковый, проходимостью $Д_{КД}$ (может быть оснащен магнитными поясами)
Участки МГ, очищаемые с целью повышения их гидравлической эффективности	Предварительная очистка	Дисковый, проходимостью $0,95Д_{геом}$
	Оценка возможности пропуска СД КГТ и поршней повышенной очистной способности	Индикатор-калибр с чистящими дисками
	Очистка	Дисковый, проходимостью $Д_{КД}$

Р Газпром 2-3.5-1031-2015

Данные о типах поршней, применяемых для выполнения различных технологических операций при эксплуатации МГ (продолжение)

Очистка и калибровка участков МГ, выведенных в ремонт		
Участки МГ, подвергшиеся изменению проектного положения, испытываемые пневматическим способом	Оценка возможности пропуска СД КГТ и поршней повышенной очистной способности	Индикатор-калибр с чистящими дисками
	Очистка после выявления, ликвидации дефектов и восстановление участка МГ	Дисковый, проходимостью $Д_{КД}$
	Удаление остатков воды и осушка газопровода после испытаний	Пенополиуретановые поршни
Участки МГ, подвергшиеся изменению проектного положения, испытываемые гидравлическим способом	Оценка возможности пропуска СД КГТ и поршней повышенной очистной способности	Индикатор-калибр с манжетами
	Очистка после выявления, ликвидации дефектов и восстановление участка МГ, удаление воды	Манжетный или манжетно-дисковый, проходимостью $Д_{КД}$
	Удаление остатков воды и осушка газопровода после испытаний	Пенополиуретановые поршни

Р Газпром 2-3.5-1031-2015

Данные о типах поршней, применяемых для выполнения различных технологических операций при эксплуатации МГ (продолжение)

Трубы и трубные плети при ремонте методом замены плетей	Оценка возможности пропуска поршней проходимостью $Д_{КД}$	Дисковый, проходимостью $0,95Д_{геом}$ с калибровочным диском диаметром $Д_{КД}$
	Очистка плетей и труб при протягивании поршней или их пропуске под давлением воздуха	Дисковый, проходимостью $Д_{КД}$
	Очистка плетей и труб при пропуске поршней под давлением воды и удаление воды	Манжетно-дисковый, проходимостью $Д_{КД}$
	Удаление остатков воды	Пенополиуретановые поршни
Примечание – Для достижения целей, указанных в настоящей таблице, могут быть применены внутритрубные поршни различных типов и конструкций, помимо указанных, при обеспечении сохранения совокупности их эксплуатационных характеристик.		

Р Газпром 2-3.5-1031-2015

Поршень осушитель

Для удаления остатков воды **после заключительных пневматических и гидравлических испытаний** за счет **впитывания**, а также для распределения воды по внутренней поверхности труб газопровода с целью интенсификации процесса осушки полости газопроводов применяют **пенополиуретановые поршни** малой кажущейся плотности и малой типовой жесткости, имеющие преимущественно открыто-пористую структуру.

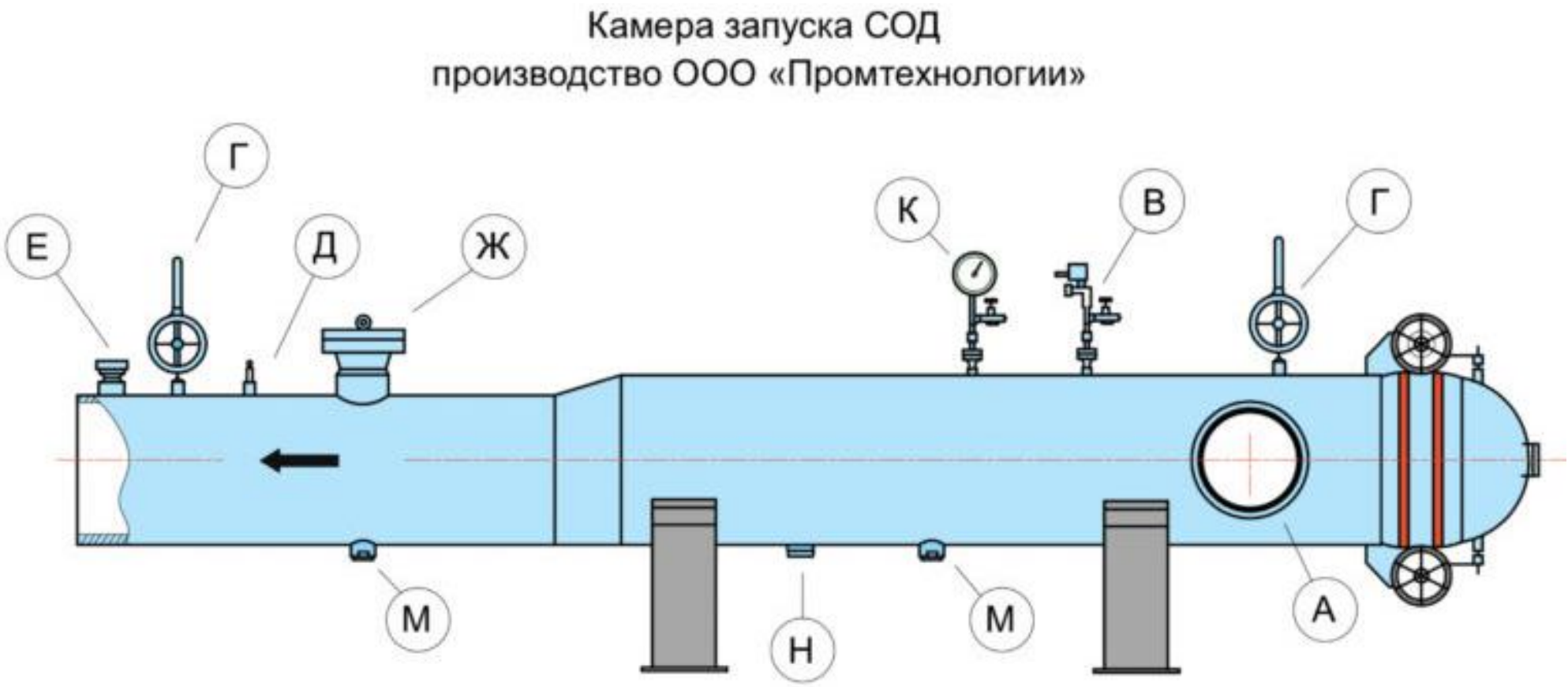
Узел пуска ОУ включает:

- камера пуска ОУ, подключаемая к трассе через запорное устройство с технологической обвязкой;
- система контроля и управления процессом запуска поршня;
- площадка для хранения ОУ;
- устройство для запасовки ОУ в камеру пуска.

Узел приема ОУ включает:

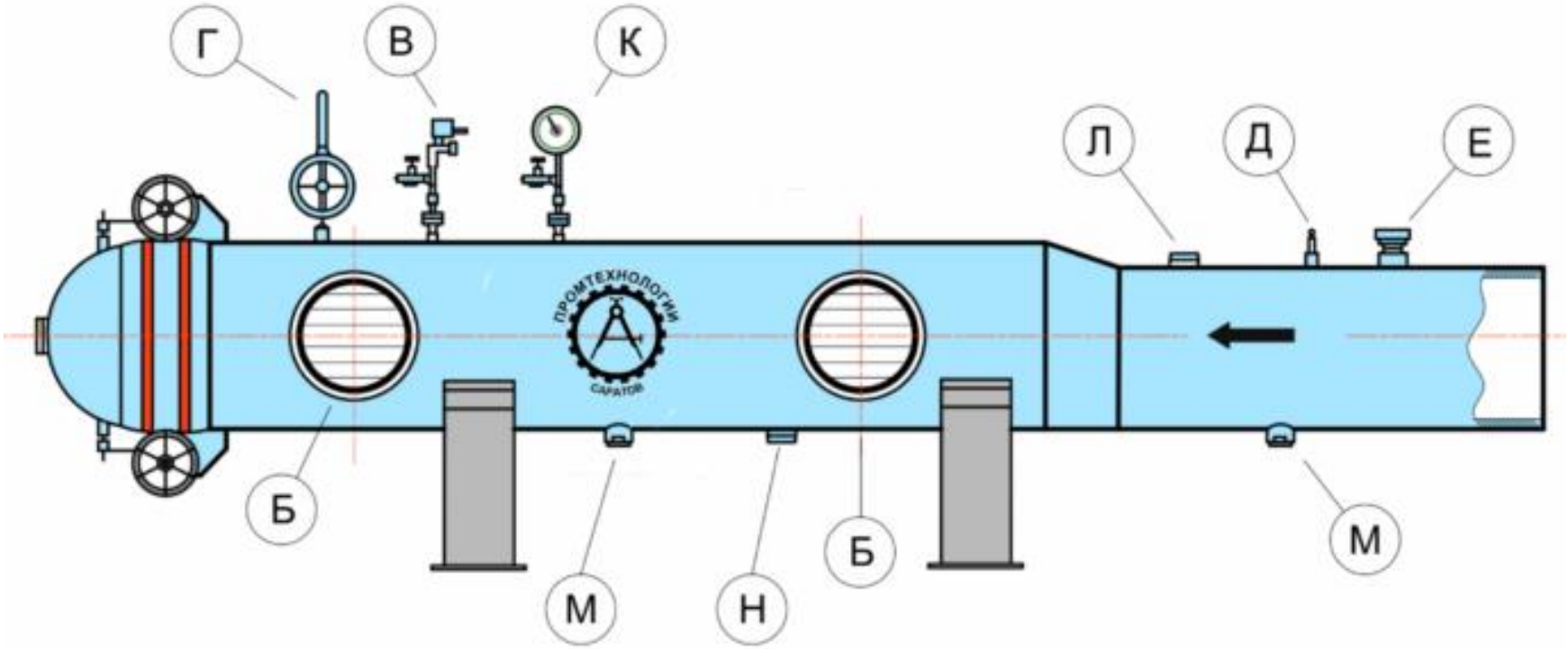
- камера приёма ОУ, подключенная к газопроводу через запорное устройство с технологической обвязкой;
- система контроля и управления процессом приема ОУ;
- технологические трубопроводы;
- емкости для приема грязного конденсата;
- площадка для хранения использованных поршней;
- устройство для выемки поршней из камеры приема.

Устройство и назначение камер запуска и камер приема



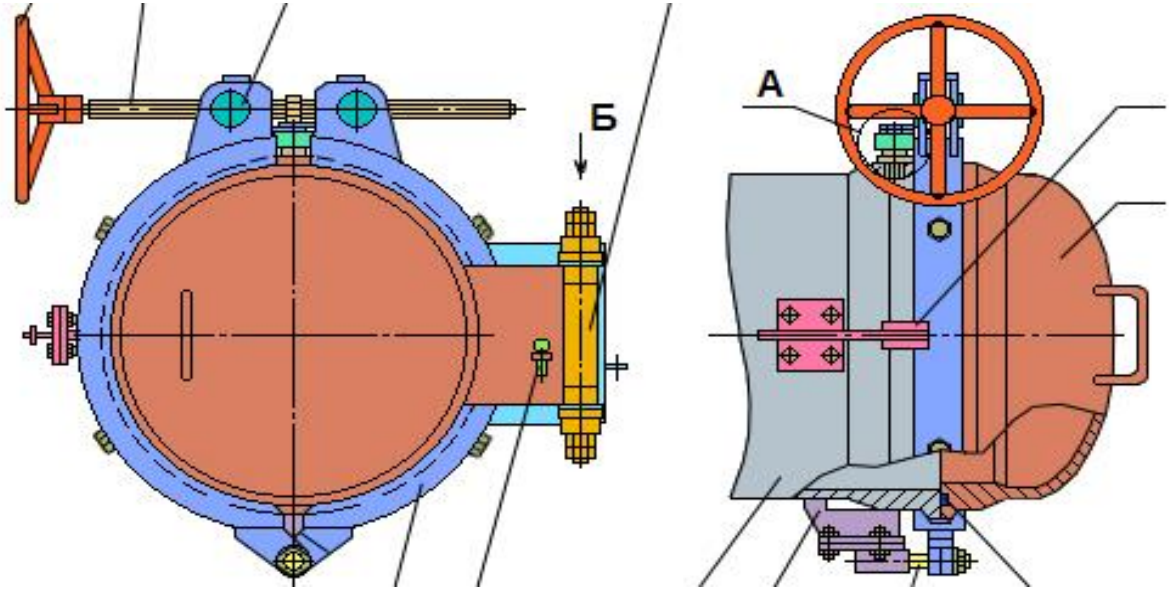
А – патрубок подвода продукта; В – патрубок для датчика давления; Г – патрубки для присоединения трубопроводов газовоздушной линии; Д – патрубок для подачи пара или инертного газа; Е – патрубок для установки сигнализатора рычажного; Ж – патрубок для установки запасовочного устройства; К – патрубок для установки манометра; М – патрубки для присоединения дренажных трубопроводов; Н – датчик контроля герметичности

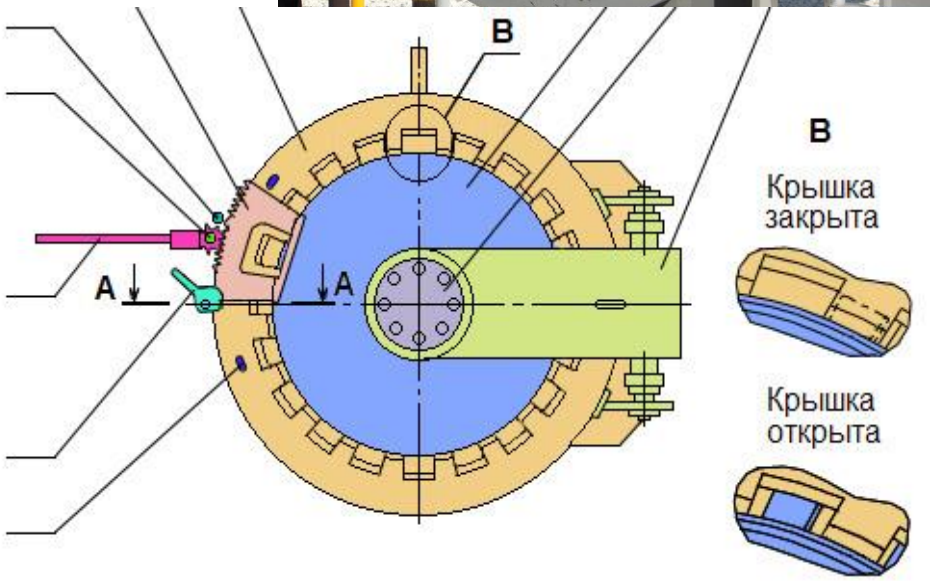
Камера приема СОД
производство ООО «Промтехнологии»



Б – патрубки отвода продукта; В – патрубок для установки датчика давления;
Г — патрубок для присоединения трубопровода газовоздушной линии; Д – патрубок для подачи пара или инертного газа; Е – патрубок для установки сигнализатора рычажного; К – патрубок для установки манометра; Л – сигнализатор прохождения СОД;
М – патрубки для присоединения дренажных трубопроводов; Н – датчик контроля

Конструкция концевых затворов КП и КЗ



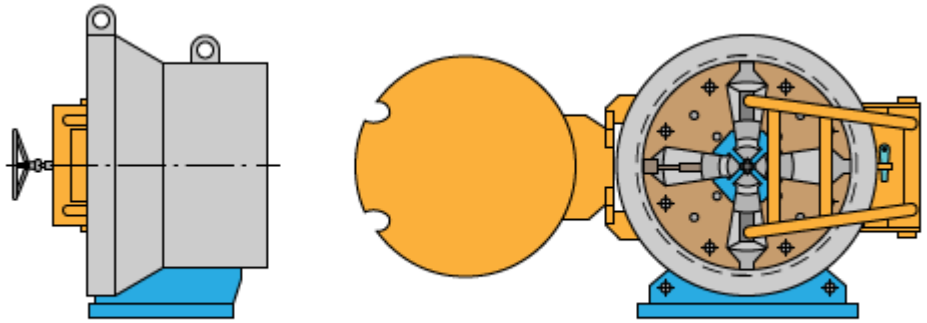


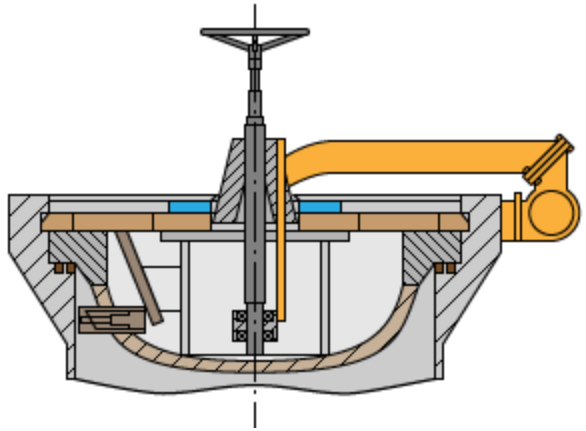
✓ Хомутовый затвор

Принцип действия: в прижатии крышки к корпусу посредством стягивания двух полухомутов, имеющих канавку с трапециевидным сечением.

✓ Байонетный затвор

Принцип действия: зацепление зубьев байонетного соединения крышки и корпуса при повороте относительно друг друга.

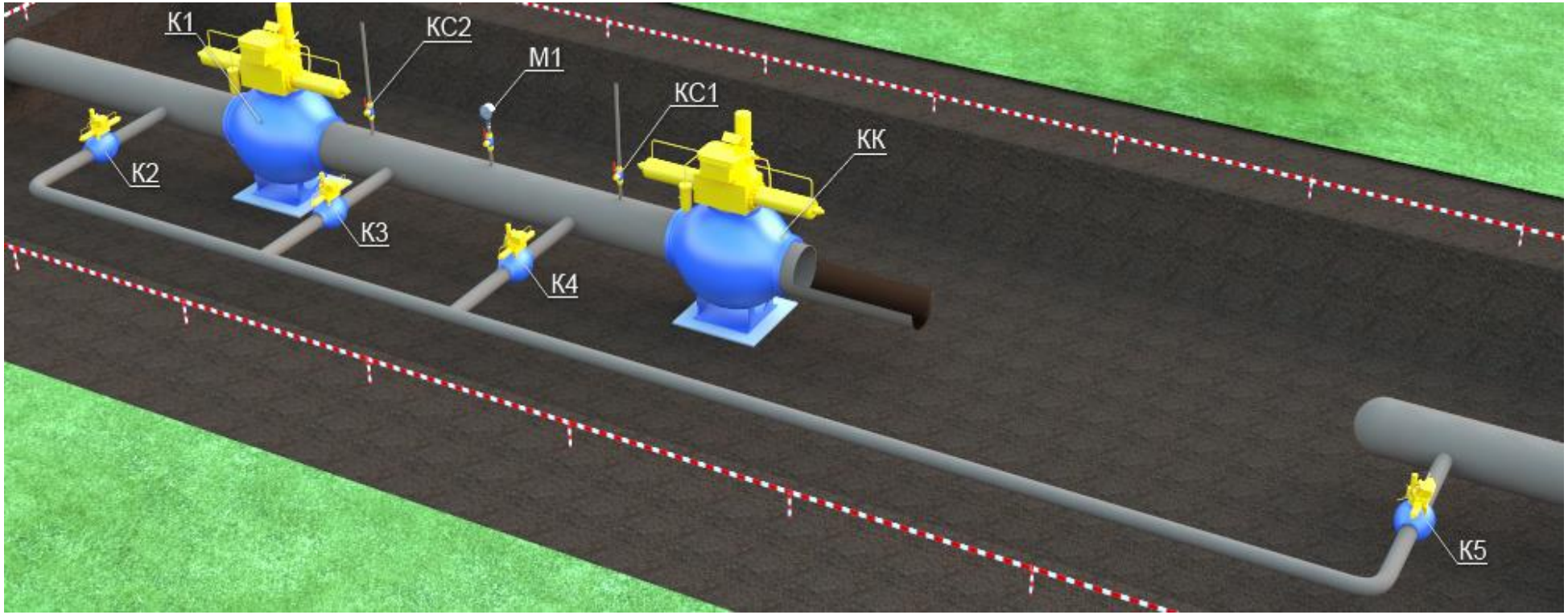




✓ Секторный концевой затвор

Принцип действия: в прижатии крышки к корпусу посредством стягивания двух полухомутов, имеющих канавку с трапециевидным сечением.

Схема установки временной камеры запуска на диагностируемом газопроводе



- ✓ **блочно-комплектные узлы**, временно устанавливаемые в котлованах
- ✓ **временные камеры запуска и приема ВТУ**

Временная камера приема и запуска - труба, присоединительный диаметр которой соответствует диаметру исследуемого газопровода.

На концах трубы установлена запорная арматура (шаровые краны соответствующего диаметра).

Порядок проведения работ по пропуску внутритрубных устройств при очистке и осушке полости газопровода при эксплуатации

1. На участках МГ, на которых не установлены постоянные КЗ и КП, для пропуска ВТУ монтируют мобильные или инвентарные КЗ и КП.
2. По трассе обследуемого участка МГ организовывают посты наблюдения и прослушивания (в случае необходимости с шурфовкой трубопровода).
3. Для предварительной очистки полости участка МГ по нему пропускают очистной поршень.
4. Для оценки возможности пропуска по участку МГ СД КГТ в процессе транспортировки газа пропускают индикатор-калибр, оснащенный передатчиком сигналов о местонахождении поршня.

5. После извлечения индикатора-калибра из КП проверяют состояние установленных на нем калибровочных дисков. При этом возможно, что калибровочные диски не будут иметь повреждений, поврежден диск диаметром $Д_{кд}$ или повреждены диски диаметрами $Д_{кд}$ и $Д_{геом}$.

Порядок проведения работ по пропуску внутритрубных устройств при очистке и осушке полости газопровода при эксплуатации

Если на поступившем в КП индикаторе-калибре не выявлены повреждения калибровочных дисков, то по участку МГ пропускают поршни:

- Очистку полости участков МГ диаметром от **DN 200 до DN 1400** выполняют с применением **очистных поршней с металлическим корпусом и полиуретановыми дисками**, способных преодолевать минимальные сужения величиной $Д_{КД}$ и радиусы поворота его оси под углом 90° величиной $3Д_{нар}$, или **цельнолитых полиуретановых поршней** на участках МГ диаметром от **DN 200 до DN 300**.
- Максимальная скорость движения вышеуказанных поршней составляет 10 км/ч при строительстве и 15 км/ч при эксплуатации.
- Скорость перемещения очистных поршней **при промывке** составляет **не менее 0,72 км/ч (0,2 м/с)**.

Порядок проведения работ по пропуску внутритрубных устройств при очистке и осушке полости газопровода при эксплуатации

- ✓Если по результатам пропуска СД КГТ, СД МТ **не обнаружены недопустимые дефекты геометрии, металла труб и сварных соединений**, то эксплуатация участка МГ может быть продолжена.
- ✓**При выявлении недопустимых дефектов геометрии, металла труб и сварных соединений** для подтверждения и уточнения выявления дефектов проводят **повторный пропуск СД МТ**, **определяют степень опасности** выявленных дефектов и выводят участок МГ в ремонт в установленном порядке.
- ✓Участки МГ между линейными кранами, на которых выявлены недопустимые дефекты, выводят в ремонт, дефекты устраняют, участки МГ восстанавливают.
- ✓На выведенных в ремонт участках МГ проводят осушку азотом», вытесняют из них азот газом, заполняют и испытывают участки МГ газом проходным давлением согласно СТО Газпром 14.

Внутритрубная диагностика трубопровода (ВТД)

- ✓ВИП должны быть снабжены устройством, обеспечивающим определение пути, пройденного по газопроводу, и иметь систему для определения угловой ориентации выявляемых дефектов газопровода относительно вертикальной оси его поперечного сечения.
- ✓ВИП, применяемые для диагностирования газопроводов диаметром 1020–1420 мм и скоростью транспортируемого продукта более 4 м/с, должны быть оснащены активными устройствами регулирования скорости движения по газопроводу (байпас), обеспечивающими перемещение ВИП по трубе со средней скоростью от 2 до 2,5 м/с.
- ✓Для диагностирования сложных участков газопроводов (наличие крутоизогнутых поворотов с **радиусом от 1,5 номинального диаметра**, газопроводы переменного диаметра) должно использоваться специализированное оборудование, включая **многосекционные снаряды**.

Внутритрубная диагностика трубопровода (ВТД)

ВТД – комплекс работ, обеспечивающий получение информации о дефектах, сварных швах, особенностях трубопровода и их местоположении с использованием внутритрубных инспекционных приборов (ВИП), в которых реализованы различные виды неразрушающего контроля.

Внутритрубный инспекционный прибор (ВИП): устройство, перемещаемое внутри трубопровода потоком перекачиваемого продукта, снабженное средствами контроля и регистрации данных о дефектах и особенностях стенки трубопровода, сварных швов и их местоположении.

Конструкция камер пуска и приема, а также их технологическая обвязка должны обеспечивать:

- запасовку ВТУ в камеру с возможностью входа передней манжеты в сужающуюся часть камеры;
- извлечение ВТУ из камеры;
- полное вытеснение воздуха из камеры при заполнении объема камеры продуктом перекачки;
- плавное повышение давления в камере;
- плавный выход снаряда из камеры;
- безопасность операций по запуску и приемке внутритрубных устройств;
- сохранение целостности ВТУ при операциях приема и запуска.

Перед камерами пуска и приема должны быть **оборудованы площадки с твердым покрытием**, позволяющие осуществлять маневр техники при запасовке и извлечении ВТУ из камер, а также для обслуживания ВТУ и размещения подъемно-транспортных средств.

Узлы пуска / приема ВТУ должны быть **оборудованы сигнальными устройствами**, фиксирующими факт прохождения ОУ и ВИП. Контрольно-измерительные приборы (манометры) и сигнализаторы должны быть в исправном состоянии.

Для сопровождения ВТУ **на крановых узлах** могут быть установлены средства **автоматического отслеживания прохождения ВТУ**.

Газопроводы должны быть оборудованы **стационарными маркерами на границах зон обслуживания ЛПУ МГ**.

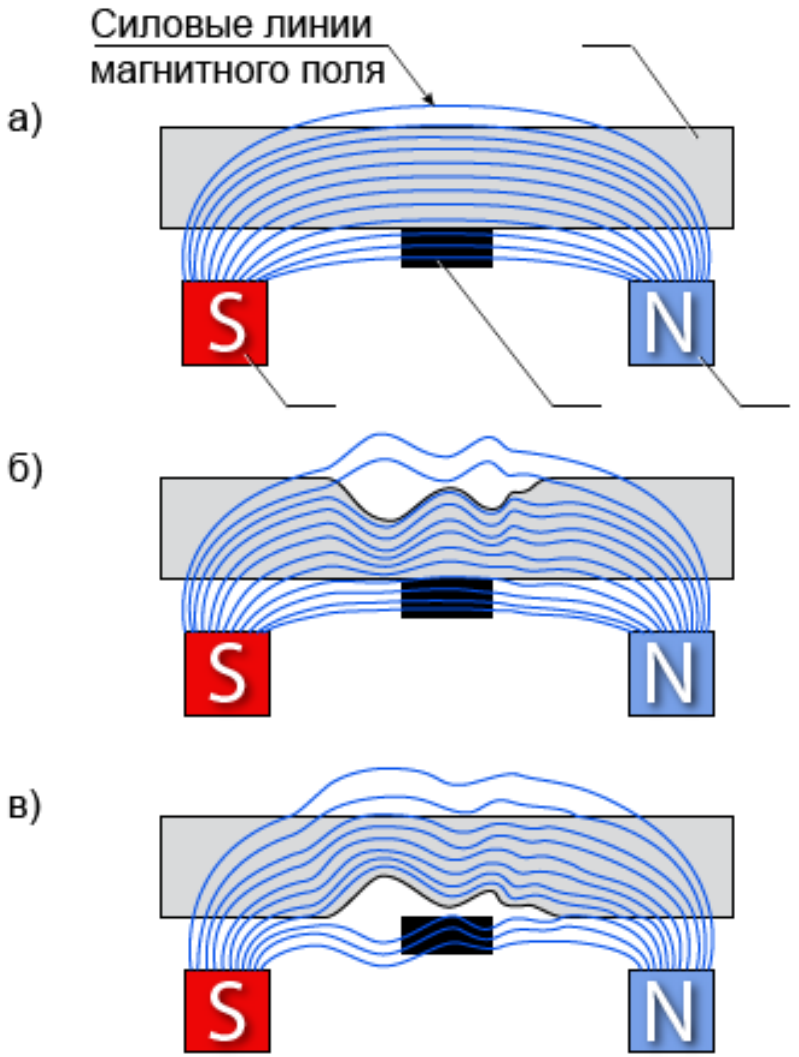
Внутренняя полость трубы на участке МГ, предоставляемом к диагностированию, должна проходить регулярную очистку от отложений, инородных и металлических предметов (электроды, отложения, окалина).

- ✓**До пропуска ВИП** должны быть проведены **контрольная очистка и калибровка газопровода**. Совмещение в одном ВТУ очистного и калибровочного скребков, если на нем установлены калибровочные пластины, **допускается**.
- ✓Пропуск средств очистки должен проводиться до тех пор, пока вынос грязевых отложений не будет:
  - меньше 50 кг для газопроводов диаметром более 1000 мм,
  - 25 кг для газопроводов диаметром от 500 до 1000 мм,
  - 5 кг для газопроводов диаметром менее 500 мм.
- ✓Если после пропуска скребка-калибра калибровочные пластины были загнуты, то пропуск профилемера после калибровки обязателен.
- ✓После пропуска профилемера СО должна предоставить ЭО список объектов, которые необходимо устранить для успешного пропуска ВИП, с привязкой к реперным точкам.
- ✓Проводят повторную калибровку и, при необходимости, профилеметри, очистка полости газопровода магнитными очистными скребками.
- ✓После завершения **очистки, калибровки и профилеметрии** ЭО и СО должны оформить акт готовности газопровода к пропуску ВИП.

Магнитная дефектоскопия

производится внутритрубными высокочувствительными **магнитными снарядами-дефектоскопами продольного** (типа ДМТ) и **поперечного** (типа ДМТП) **намагничивания**.

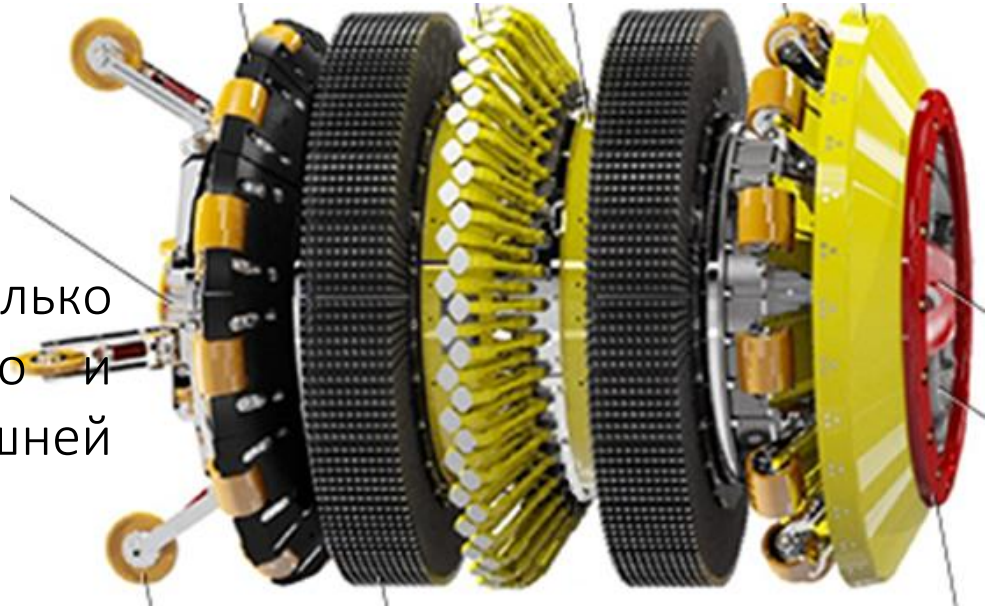
Принцип работы: при движении снаряда система из постоянных магнитов намагничивает участок трубы. Наличие тех или иных особенностей в металле стенки трубы вызывает искажение линий магнитного потока (рассеяние магнитного потока), которое фиксируется системой электромагнитных датчиков и регистрируется для последующей обработки.



а – фрагмент бездефектной трубы; б – фрагмент стенки трубы с внешней потерей металла; в – фрагмент стенки трубы с внутренней потерей металла

Магнитная дефектоскопия

Дефектоскоп является источником сильного магнитного поля.



Магнитный дефектоскоп способен обнаруживать не только дефекты в стенке трубы и поперечных швах, но и металлические предметы, расположенные вблизи внешней поверхности трубы, например, кожухи.

Магнитная система содержит несколько секторов, образованных постоянными магнитами и гибкими проволочными щетками. В промежутках между щетками расположены датчики для измерения магнитной индукции.

Для беспрепятственного прохождения прибора через сужения, датчики устанавливаются на упругих носителях, а сами носители закреплены на «плавающих» кольцах, которые могут перемещаться относительно корпуса прибора в радиальном направлении, приспосабливаясь к геометрии трубопровода (например, в зоне односторонней вмятины).

Дефектоскопы **продольного намагничивания ДМТ** предназначены для обнаружения и регистрации:

- **коррозионных дефектов** (общая коррозия, каверна, язва, поперечная канавка);
- механических повреждений **поперечной ориентации**;
- **поперечных** металлургических дефектов;
- **поперечных стресс-коррозионных трещин**;
- дефектов **кольцевых** (монтажных) сварных швов.

Магнитная дефектоскопия

Дефектоскопы **поперечного намагничивания** типа ДМТП могут обнаруживать **узкие, продольно ориентированные дефекты**.

Дефектоскопы поперечного намагничивания ДМТП предназначены для обнаружения и регистрации:

- коррозионных дефектов;
- механических повреждений продольной ориентации;
- продольных металлургических дефектов;
- продольных стресс-коррозионных трещин;
- дефектов заводских сварных швов.

- ✓Система измерения пройденного расстояния основана на регистрации импульсов одометрических колес.
- ✓Привязка дефектов производится к ближайшим точкам-ориентирам (маркерным пунктам, задвижкам, вантузам), а также к ближайшим поперечным кольцевым сварным швам.
- ✓Наличие трещин или дефектов, связанных с потерей металла (коррозия, задиры), приводит к изменению величины и распределения магнитной индукции вблизи дефекта.
- ✓Для измерения магнитной индукции служат датчики высокого и сверхвысокого разрешения, расположенные между щетками магнитной системы.

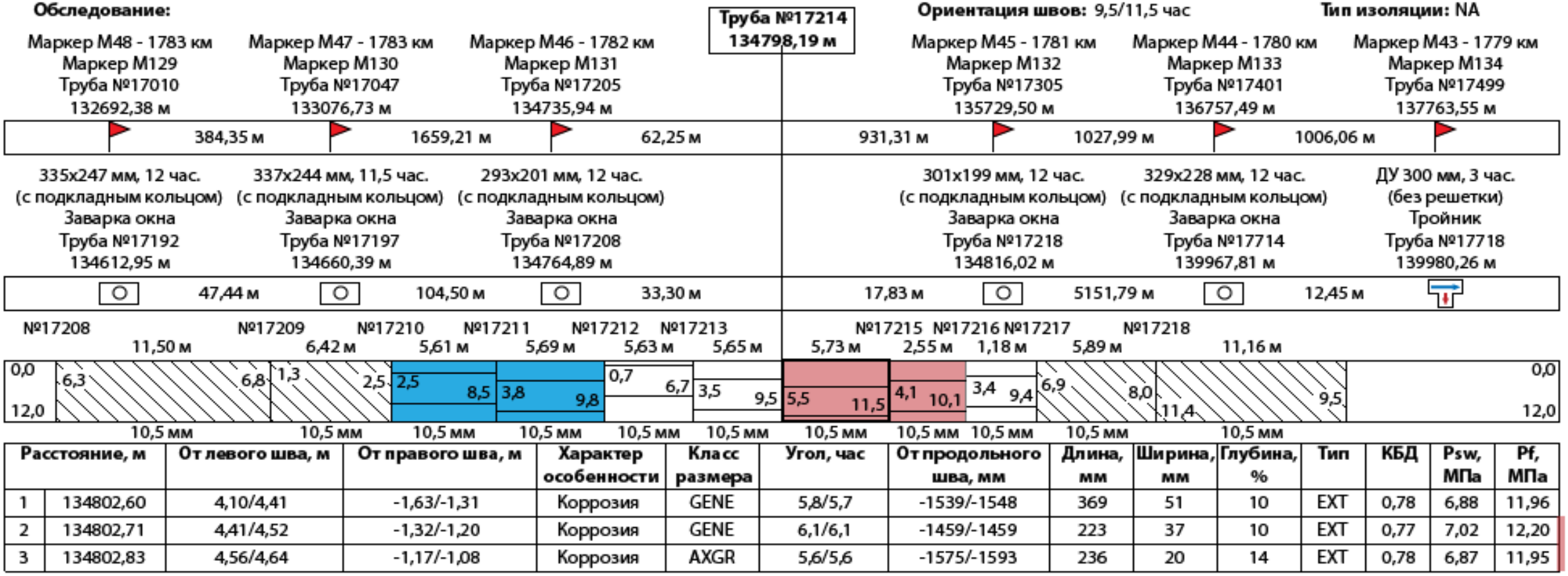
Магнитный дефектоскоп имеет бортовую систему записи данных, в состав которой входит счетчик реального времени. Бортовое время магнитного дефектоскопа перед прогоном синхронизируется со временем используемого при подготовке персонального компьютера и с приборами маркерной системы.

Привязка трубы к реперным точкам газопровода

Трубопровод:
Рмаор: 5,39 МПа
Эксплуатация с: 1983
Участок:
Обследование:

Труба №: 17214
Начало трубы: 134798,19 м
От реперной точки: М131+62,25 м
До реперной точки: М132+931,32 м
Ориентация швов: 9,5/11,5 час

Тип трубы: Двухшовная
Толщина стенки: 10,5 мм
Sy: 450 МПа
Su: 610 МПа
Тип изоляции: NA



	Расстояние, м	От левого шва, м	От правого шва, м	Характер особенности	Класс размера	Угол, час	От продольного шва, мм	Длина, мм	Ширина, мм	Глубина, %	Тип	КБД	Psw, МПа	Pf, МПа
1	134802,60	4,10/4,41	-1,63/-1,31	Коррозия	GENE	5,8/5,7	-1539/-1548	369	51	10	EXT	0,78	6,88	11,96
2	134802,71	4,41/4,52	-1,32/-1,20	Коррозия	GENE	6,1/6,1	-1459/-1459	223	37	10	EXT	0,77	7,02	12,20
3	134802,83	4,56/4,64	-1,17/-1,08	Коррозия	AXGR	5,6/5,6	-1575/-1593	236	20	14	EXT	0,78	6,87	11,95

ДДК труб и сварных соединений газопроводов в шурфах

Дополнительный дефектоскопический контроль (ДДК): проводится для уточнения местоположения и параметров дефектов, обнаруженных средствами ВТД,

для выявления и оценки дефектов, не обнаруженных при проведении ВТД.

Комплекс диагностических работ по обследованию труб и сварных соединений газопроводов в шурфах включает в себя следующие основные этапы:

- анализ **отчета ВТД** и выбор дефектов труб для проведения ДДК;
- **вскрышные работы** и работы по идентификации выбранных труб;
- **ДДК труб в шурфах**, в том числе:
  - оценка состояния изоляционного покрытия, НК основного металла труб и сварных швов в зонах с аномалиями, выявленными средствами ВТД;
  - фиксация и документирование выявленных дефектов;
  - оформление отчетных документов по результатам проведения ДДК.

ДДК труб и сварных соединений газопроводов в шурфах

- ✓Места шурфов определяют по расстояниям от ближайших реперных точек, указанных в отчёте ВТД: маркеров, кранов, задвижек, отводов, либо других ориентиров.
- ✓**Разметка мест шурфов** выполняется специалистами ЛЭС ЛПУ МГ эксплуатирующей организации.
- ✓ Для **определения местоположения** на трассе выявленной при ВТД дефектной трубы необходимо отмерить по осевой линии газопровода указанное в отчете ВТД расстояние от ближайшей реперной точки (маркер, крановый узел и др.) и отметить это место вешкой.
- ✓Для **определения осевой линии и глубины заложения** подземного газопровода используют **трассоискатели**.

ДДК труб и сварных соединений газопроводов в шурфах

- ✓Для безопасного производства работ должен быть обеспечен доступ специалиста, проводящего ДДК, к газопроводу по всей окружности трубы.
- ✓Расстояние от дна шурфа до нижней образующей трубы должно быть **не менее 600 мм**, расстояние от краев котлована до границ дефекта **не менее 1 м**.
- ✓**После вскрытия шурфа** проводят следующие работы:
  - идентификацию трубы, определение местоположения дефектов и зон контроля по результатам ВТД;
  - маркировку трубы и подготовку зон контроля к проведению ДДК;
  - размещение, подключение, проверку и настройку приборов и оборудования НК.

ДДК труб и сварных соединений газопроводов в шурфах

- ✓Для проведения НК необходимо **удалить изоляционное покрытие** газопровода в зонах контроля и **зачистить** поверхность трубы **до металла**.
- ✓ Дополнительно к размеченным зонам дефектов по отчетам ВТД удаление защитного покрытия и зачистку поверхности трубы выполняют в тех зонах, где визуально обнаружены нарушения целостности (разрушение, вспучивания, отслоения) защитного изоляционного покрытия и механические повреждения (задиры, забоины, вмятины и т. д.) труб.
- ✓Зачистку поверхности трубы в зоне контроля производят **механизировано**, с использованием **искробезопасного инструмента** и вручную скребками, металлическими щетками, гибким абразивным материалом (наждачной бумагой).

ДДК труб и сварных соединений газопроводов в шурфах

Шероховатость зачищенной поверхности в зоне контроля должна быть не более:

Ra 12,5 (Rz 80) - при ВИК;

Ra 10 (Rz 63) - при МПК;

Ra 6,3 (Rz 40) - при УЗК и ВК (при оценке глубины трещиноподобного дефекта вихретоковым дефектоскопом);

Ra 3,2 (Rz 20) - при ПВК (капиллярном контроле) и твердометрии.

При проведении УЗК сварного соединения необходимо зачистить **его околошовную зону с обеих сторон на расстоянии** не менее 70÷150 мм (в зависимости от толщины стенки трубы, типа и угла ввода используемого наклонного ПЭП).

ДДК труб и сварных соединений газопроводов в шурфах

- ✓Освещенность контролируемых поверхностей - не менее 500 Лк для визуального и измерительного контроля.
- ✓Необходимо обеспечить защиту рабочего места дефектоскописта от внешних погодных факторов (осадки, прямые солнечные лучи, пониженная температура воздуха) - укрытия.
- ✓При необходимости, для подключения аппаратуры НК, к месту проведения контроля должно быть подведено питание от генератора переменного тока с обеспечением заземления.

ДДК труб и сварных соединений газопроводов в шурфах

- ✓ **Визуальный и измерительный контроль труб**:
  - выполняется до проведения контроля другими методами;
  - производят удаление изоляционного покрытия и очистку всей поверхности контролируемого участка трубы;
  - проводится на всей поверхности контролируемого участка трубы;
  - выполняется невооруженным глазом; могут быть использованы визуально-оптические приборы (лупы с кратностью увеличения 2-7, зеркала и т.п.);
  - выявляют наружные дефекты основного металла труб и сварных соединений (задиры, забоины, царапины, риски, деформации, трещины, вмятины, коррозионные повреждения, смещения кромок и нарушения формы валика шва, подрезы и др.) и определяют их размеры.

ДДК труб и сварных соединений газопроводов в шурфах

✓**Ультразвуковой контроль**

- проводят для определения наличия и местоположения внутренних и наружных дефектов (трещин, непроваров, пор, шлаковых включений и др.);
- выполняется на аномальных кольцевых сварных швах и околошовных зонах в местах выявленных дефектов (при проведении РК кольцевых сварных швов) или в объеме 100% (при невозможности проведения РК);
- на аномальных заводских сварных швах (спиральных, продольных) и околошовных зонах в местах выявленных дефектов;
- при обследовании аномальных кольцевых сварных швов на примыкающих к ним участках заводских сварных швов протяженностью не менее 200 мм.

ДДК труб и сварных соединений газопроводов в шурфах

✓**Ультразвуковой контроль**

Для локальных зон основного металла труб проводят:

- в местах обнаружения дефектов (механических повреждений, трещин, закатов, расслоений), выявленных при ДДК другими методами неразрушающего контроля, для определения типа и степени опасности дефекта;
- в местах обнаружения средствами ВТД дефектов, не подтвержденных другими методами НК при проведении ДДК, для определения наличия внутренних дефектов металла (расслоений, ликваций) или дефектов на внутренней поверхности трубы;
- в местах с обнаруженными локально-деформированными участками (деформированную зону и прилегающую к ней зону недеформированного металла шириной 150 мм по периметру контролируют на отсутствие трещин ВИК, ВК, МПК, УЗК).

Магнитопорошковый контроль

- ✓ за счет осаждения магнитного индикатора (суспензии) над несплошностями металла, вызванного магнитными полями рассеяния, возникающими над дефектами при намагничивании объекта контроля, выявляются поверхностные и подповерхностные дефекты металла (отдельные трещины, дефекты КРН, закаты, включения, расслоения выходящие на поверхность и др.);
- ✓ при обследовании труб и сварных соединений газопроводов в шурфах **комплект оборудования** должен включать:
  - намагничивающее устройство (постоянного или переменного тока);
  - контрастную (фоновую) краску в аэрозольной упаковке;
  - магнитную суспензию (готовую к употреблению в аэрозольной упаковке или приготовленную из концентрата и наносимую с помощью распылителя);
  - контрольный образец для проверки качества (выявляющей способности) магнитной суспензии;
  - прибор для измерения напряженности магнитного поля в зоне контроля (магнитометр).

Контроль проникающими веществами (капиллярный контроль) (ПВК)

- ✓ может быть применен вместо МПК или для дополнительного контроля локальных участков основного металла труб газопровода в зонах дефектов;
- ✓ за счет проникновения индикаторных жидкостей в полости дефектов металла контролируемого объекта и регистрации образующихся индикаторных следов визуально выявляются поверхностные несплошности (трещины, закаты, расслоения и т.п.).
- ✓ материалы для проведения ПВК при обследовании труб и сварных соединений газопроводов в шурфах должен включать:
  - жидкость для очистки и обезжиривания контролируемой поверхности;
  - пенетрант (проникающее вещество);
  - проявитель;
  - контрольный образец для проверки качества (выявляющей способности) проникающего вещества.

ДДК труб и сварных соединений газопроводов в шурфах

✓**Ультразвуковая толщинометрия**

- определяют фактическую толщину стенки трубы (в том числе в зонах дефектов) для сравнения ее с номинальной и предельно допустимой для данного газопровода;
- остаточную толщину стенки измеряют в местах с обнаруженными коррозионными повреждениями и рядом с другими выявленными дефектами на расстоянии 40-50 мм;
- для каждой точки (контактной площадки), подготовленной для толщинометрии, регистрируют **минимальное значение толщины**, полученное при **трех измерениях**;
- результаты УЗТ оформляют в виде протокола измерений толщины стенок; прилагается схема проконтролированного участка с указанием местоположения точек измерений.

Радиографический контроль

- ✓источник ионизирующего излучения при просвечивании через две стенки трубы следует располагать строго напротив вероятной трещины (с часовой ориентацией +6 часов от угловой координаты дефекта), указанной в отчете ВТД;
- ✓ учитывая, что в кольцевых сварных соединениях с выявленной продольной трещиной возможно наличие более мелких подобных трещин, не обнаруженных при ВТД, следует произвести просвечивание такого сварного шва по всей окружности с шагом через 1 час;
- ✓при возможности следует располагать источник в центре трубы с обеспечением панорамного просвечивания кольцевого сварного соединения;
- ✓оценку глубины выявленной продольной трещины необходимо выполнять методом контролируемой шлифовки с поэтапным МПК для визуализации дефекта;
- ✓энергию источников гамма-излучения или анодное напряжение на рентгеновской трубке выбирают в зависимости от толщины металла просвечиваемых изделий и типа применяемой рентгеновской пленки таким образом, чтобы была обеспечена требуемая чувствительность контроля, производительность работ и радиационная безопасность всего персонала участвующего в проведении ДДК в шурфах.

В общем, **измеряемыми параметрами дефектов** являются:

- ✓ длина Lв, мм (протяженность вдоль трубы);
- ✓ ширина Wв, мм (протяженность по окружности трубы);
- ✓ наименьшая остаточная толщина стенки трубы в границах дефекта; максимальная глубина дефекта Н в, мм (определяется относительно внутренней поверхности трубы и вычисляется как разность между фактической толщиной стенки и наименьшей остаточной толщиной стенки трубы);
- ✓ продольная и поперечная координаты, часовая ориентация дефекта;
- ✓ продольная и поперечная координаты, часовая ориентация точки с максимальной глубиной дефекта.