

УДК 622.691.4.053

СООРУЖЕНИЕ УЧАСТКА МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА С РАЗРАБОТКОЙ ОЧИСТКИ ПОЛОСТИ И ИСПЫТАНИЯ

CONSTRUCTION OF THE SECTION OF THE MAIN GAS PIPELINE WITH THE DEVELOPMENT OF CLEANING AND TEST CLEANING

Евтеев Андрей Олегович

мастер строительных и монтажных работ,
ООО «МонтажТехСтрой»
ПАО «Транснефть»,
перевалочный комплекс «Шесхарис»
evandrey1995@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрена тема сооружения участка магистрального газопровода с разработкой очистки полости и испытания. Представлена характеристика трассы участка сооружаемого газопровода. Рассмотрены состав технологического потока при сооружении участка магистрального газопровода, а также способы очистки полости и испытания газопровода. Описаны машины и оборудование, применяемые при производстве очистки полости и испытании построенного газопровода. Рассмотрены вопросы по организации работ при сооружении участка магистрального газопровода и по организации работ при очистке полости и испытанию участка газопровода, а также вопросы техники безопасности при сварочно-монтажных работах на трассе газопровода и вопросы по технике безопасности при очистке полости и испытании построенного газопровода.

Ключевые слова: сооружение участка магистрального газопровода; характеристика трассы участка сооружаемого газопровода; состав технологического потока; работы по очистке полости и испытанию газопровода; способы очистки полости и испытания газопровода; испытание на прочность и проверка на герметичность; организация работ при сооружении участка.

Evteev Andrey Olegovich

Master of construction
and installation works,
LLC «MontazhTekhStroy»
PJSC «Transneft»,
«Sheskharis» transshipment complex
evandrey1995@yandex.ru

Annotation. The article deals with the topic of construction of the main gas pipeline section with the development of cavity cleaning and testing. The characteristic of the route of the gas pipeline section is presented. The composition of the process stream in the construction of the section of the main gas pipeline, as well as methods for cleaning the cavity and testing the gas pipeline are considered. The machines and equipment used in the production of cavity cleaning and testing of the constructed gas pipeline are described. Questions on the organization of work during the construction of a section of the trunk gas pipeline and on the organization of work during cavity cleaning and testing of a gas pipeline section, as well as safety issues during welding and assembly work on the gas pipeline route and safety issues during cavity cleaning and testing of a constructed gas pipeline were considered.

Keywords: construction of a section of the main gas pipeline; characteristics of the route of the pipeline under construction; composition of the process stream; work on cleaning the cavity and testing the pipeline; methods for cleaning the cavity and testing the pipeline; strength and leak test; organization of work at the construction site.

Характеристика трассы участка сооружаемого газопровода

Газопровод Уренгой – Помары – Ужгород предназначен для транспортировки природного газа добытого на Уренгойском месторождении на Украину и далее в Европу. На трассе магистрального газопровода находятся девять компрессорных станций.

Диаметр газопровода 1420 мм, фактическое давление 7,4 МПа, проектная мощность 32 млрд м³ в год. Сооружаемый участок магистрального газопровода протяжённостью 25 км, со 185 по 210 км, после введения в эксплуатацию будет обслуживаться Ныдинским линейно эксплуатационным управлением. Участок газопровода проходит по территории Надымского района Ямало-Ненецкого автономного округа.

Рельеф в районе сооружения участка магистрального газопровода равнинный, местность слабозалесённая, тундровая, есть бугры пучения, термокарсты, массивы вечномёрзлых грунтов. Температура вечномёрзлых грунтов в диапазоне –0,5–1,5 °С.

Район сооружаемого участка магистрального газопровода – это район с резко континентальным климатом, суровой продолжительной зимой и коротким летним периодом, поздней весной и ранними осенними заморозками. Холодное Карское море, являясь источником холода летом и сильных ветров зимой, увеличивает суровость

температурного режима района. Средняя температура января, самого холодного месяца, колеблется в пределах от -24 до -26 °С, достигая абсолютного минимума температуры воздуха в наиболее холодные зимы до -60 °С, ежегодно в зимний период температура опускается до -40 – 45 °С.

Температурный режим летних месяцев в значительной степени определяется процессом трансформации воздушных масс. Среднемесячная температура июля, самого теплого месяца года, колеблется в пределах от $+14$ до $+16$ °С.

Устойчивый снежный покров обычно образуется во второй половине октября. Толщина снежного покрова с средним составляет 100–130 см.

По проекту участок сооружаемого магистрального газопровода планируется выполнить из прямошовной трубы Харцизского трубного завода диаметром 1420 мм с толщиной стенки 18,7 мм, с наружным антикоррозионным полиэтиленовым покрытием. Марка стали 09Г2БТ. Проектом предусмотрена наземная прокладка газопровода на амортизирующую песчаную подушку с последующим его обвалованием песком.

В соответствии с проектом, основной арматурой на линейной части сооружаемого участка магистрального газопровода являются стальные краны, рассчитанные на давление 7,5 МПа, установки с равнопроходными шаровыми затворами. Линейные краны выполнены в северном исполнении и рассчитаны на эксплуатацию в температурном режиме до -60 °С. Линейные краны установлены в начале и конце сооружаемого участка газопровода, на 185 и 210 км.

Параллельно участку сооружаемого газопровода в одном техническом коридоре проходят два действующих магистральных газопровода: Уренгой – Центр1 и Уренгой – Центр2. для увеличения пропускной способности между параллельными газопроводами предусмотрены перемычки диаметром 1020 мм.

Состав технологического потока при сооружении участка магистрального газопровода

Магистральные газопроводы, имея большую протяжённость при узком и подвижном фронте работ, характеризуются линейностью строительства в отличие от строительства площадочных сооружений.

Линейность строительства позволяет выполнять работы всех видов по неизменяющейся технологической схеме на участках с одинаковым типом местности.

Основные технологические операции выполняются механизированными способами последовательно, с одинаковой линейной скоростью по трассе. С ростом механизации, увеличением мощности, специализацией машин и усовершенствованием отдельных технологических операций совмещённый метод приобретает всё большее значение для строительства газопроводов. Совмещённый метод заключается в том, что все основные технологические операции (сварка труб на трассе, укладка трубопровода, обвалование и др.) совмещены в единый комплексный процесс и одновременно выполняются на относительно небольшом (150–200 м) участке трубопровода.

При совмещённом методе, строительство ведётся по поточной технологии при непрерывном движении комплексной механизированной колонны по трассе газопровода. Все основные потоки строительства движутся друг за другом в строгой последовательности и пока не закончит работу предыдущий поток, следующий не может начать работу на том же участке газопровода. Поточная технология строительства позволяет применять автоматические и телемеханические системы управления работой механизированных колонн.

Лишь некоторые из технологических операций (подготовка полосы строительства, осушка болот, заготовка монтажных элементов) выполняются с опережением графика производства основных строительного-монтажных работ и выпадают из общего потока.

Подготовительные работы

Цель подготовительных работ – обеспечение возможности выполнения основных видов работ по прокладке трубопровода, а так же работ по строительству переходов его через естественные и искусственные препятствия в соответствии с установ-

ленными сроками. Качественное и своевременное выполнение подготовительных работ обуславливает успех всего строительства магистрального газопровода в целом.

В состав подготовительных работ входят:

- расчистка трассы от леса и кустарника;
- срезка крутых продольных склонов (косогоров);
- проведение защитных противообвальных и противооползневых мероприятий;
- проведение мероприятий, обеспечивающих минимальное промерзание грунта;
- строительство временных дорог, водопропускных, водоотливных и осушительных сооружений на подъездах к трассе и вдоль неё, а также мостов и переправ через реки, ручьи, овраги;
- защита подъездных дорог от снежных заносов;
- устройство временных баз или складов для хранения материалов и оборудования;
- подготовка вертолётных площадок;
- создание системы диспетчерской связи;
- подготовка строительных площадок для проведения строительно-монтажных работ по сооружению переходов газопроводов через естественные и искусственные преграды и прокладке трубопровода в туннелях с необходимыми временными бытовыми и технологическими помещениями;
- снятие плодородного слоя земли и перемещение его в отвал для временного хранения.

В условиях вечной мерзлоты подготовительные работы должны вестись так, чтобы по возможности не повреждался моховой покров, ибо повреждение его при льдонасыщенных вечномерзлых грунтах ведёт к образованию термокарста.

Работы по инженерной подготовке трассы начинаются с уточнения разбивки трассы и обследования условий и характера местности в границах полосы строительства и прилегающих к ней сложных участков, чтобы своевременно внести необходимые изменения в проектные решения.

Транспортные и погрузочно-разгрузочные работы

При строительстве магистрального газопровода транспортные и погрузочно-разгрузочные работы включают:

- выгрузку труб на прирельсовых площадках;
- погрузку труб на автомобильные транспортные средства, складирование труб на прирельсовом, базисном или притрассовом складе;
- погрузку-разгрузку на трубосварочных базах, погрузку и транспортировку секций труб и их разгрузку на трассе.

Для сооружения магистрального газопровода на трассу доставляют и развозят по ней трубы, секции труб, запорную арматуру (краны, задвижки), железобетонные крупногабаритные изделия, изоляционные материалы, монтажное оборудование, механизмы и другие специальные грузы. Основной объём транспортируемых грузов составляют трубы и секции труб.

К отдельным пунктам трассы грузы доставляются железнодорожным, водным и автомобильным транспортом. От мест разгрузки трубы и трубные секции развозят по трассе или на трубосварочные базы специальным автотранспортом – трубовозами.

В труднодоступных районах со сложными дорожными условиями, транспортные работы играют решающую роль. Ведь от качества их выполнения будет зависеть процесс строительства определённого участка и соответствие отведённым срокам сооружения всего магистрального газопровода в целом. Для транспортировки труб и трубных секций к месту проведения работ по сооружению газопровода в условиях бездорожья, применяют специальные транспортные средства повышенной проходимости на автомобильном или тракторном ходу.

Секции труб, доставленные к месту производства монтажных работ, как правило, разгружают с транспортных средств трубокладчиками.

В сложных районах транспортные работы могут выполняться со значительным опережением основного потока производства работ по сооружению магистрального газопровода.

Ведущую роль в своевременном выполнении транспортных работ играет качественное проведение подготовительных работ, а именно наличие или отсутствие временных дорог, переправ через реки, ручьи, а также переходы через овраги и промоины.

Сварочно-монтажные работы

Основу трубопроводного строительства составляют сварочно-монтажные работы, в значительной степени определяющие надёжность сооружаемых объектов. При строительстве линейной части магистральных газопроводов сварочно-монтажные работы выполняют, как правило, в два этапа: на первом этапе отдельные трубы с заводской длиной 12 м и менее на полустационарных трубосварочных базах сваривают с поворотом в 24-, 36- и даже 48-метровые секции; на втором этапе из этих вывезенных на трассу длинномерных секций сваривают непрерывную нитку трубопровода. Эта схема сварочно-монтажных работ принята во многих странах. Технология так называемой поворотной сварки непрерывно совершенствуется в направлении исключения выполняемых вручную операций как по сварке, так и по транспортировке труб по трубосварочной базе. Технология сварки совершенствуется в направлении увеличения производительности и повышения качества.

Сборку труб под сварку выполняют с помощью внутренних либо наружных звеньевых центраторов. Зазор между кромками зависит не только от толщины стенки труб и вида сварки, но и типа электродов, применяемых при сварке корневого шва. Необходимый зазор устанавливают щупами и фиксируют трубы прихватками по всему периметру.

Монтажные работы при наличии труб с заводской изоляцией имеют некоторые особенности. Трубы должны доставляться трубопроводными машинами с оборудованием, исключающим повреждение покрытия в местах их контакта с конниками трубопровода. Их выгружают и погружают с помощью траверсы. Стрелы трубоукладчиков покрывают амортизирующими обрезиненными прокладками толщиной не менее 20 мм. Трубы и трубные секции разгружаются только на заранее подготовленные деревянные лежки, на которых имеются мягкие прокладки и деревянные клинья.

Для монтажа изолированных труб и секций на трассе применяются опоры из деревянных лежек. Верхние лежки имеют амортизирующие прокладки. Использование земляных или грунтовых призм не допускается.

Кривые вставки изготавливают на трубогибочных станках с обязательным использованием дорнов. Опорные поверхности башмаков ложементов упора станков снабжаются прокладками из резины.

Земляные работы

При выполнении земляных работ на строительстве линейной части магистрального газопровода способом наземной укладки осуществляются следующие виды работ: создание амортизирующей песчаной подкладки под газопровод; обвалование; отсыпку насыпей; рекультивация.

После разбивки трассы сооружаемого участка магистрального газопровода и выполнения подготовительных работ, сооружают амортизирующую прокладку. Прокладку сооружают из привозного песка с последующим уплотнением слоёв. Толщина амортизирующей прокладки варьируется в пределах 100–150 мм и должна полностью перекрывать острые камни, куски твёрдого грунта и т.д., способные повредить заводское противокоррозионное покрытие.

После укладки сваренного участка газопровода на амортизирующую подкладку приступают к обвалованию. При обваловании построенного газопровода используют привозной песок. Для создания нужной формы валика используют бульдозеры и одноковшовые экскаваторы. Песчаный валик должен обеспечивать полное укрытие трубопровода с достаточным запасом, для предотвращения механического воздействия на газопровод. Работы по сооружению песчаного валика должны вестись с максимальной осторожностью, чтобы исключить все механические воздействия на трубу. В результате чего может быть повреждено изоляционное покрытие или сама труба.

Все виды земляных работ выполняются с помощью мерительного и геодезического инструмента.

Как правило, при строительстве линейной части магистральных газопроводов, земляные работы выполняются специализированными трестами под контролем представителя заказчика.

Изоляционно-укладочные работы

При строительстве магистрального газопровода из труб с заводской изоляцией, изоляционные работы сводятся к механической очистке стыков труб и установке термоусадочных манжет. Термоусадочные манжеты устанавливаются вручную и нагреваются газовой горелкой. После установки термоусадочные манжеты прокатывают валиком для предотвращения появления воздушных пузырей и неплотностей между металлом трубы и самой манжетой.

При строительстве участка магистрального газопровода способом наземной прокладки с последующим его обвалованием применяют усиленные термоусадочные манжеты.

Интервал во времени между установкой термоусадочных манжет и засыпкой газопровода песком должен быть как можно короче, чтобы исключить появление вздутий изоляции и её повреждение. При отрицательных температурах окружающего воздуха поверхность трубы в местах нанесения термоусадочных манжет должна быть предварительно прогрета газовой горелкой.

Укладку сваренного газопровода осуществляют с помощью трубоукладчиков. При этом для предотвращения повреждений заводского изоляционного покрытия, применяются мягкие полотенца для укладки.

Работы по очистке полости и испытанию газопровода

После сварки, укладки и засыпки, магистральный газопровод должен быть очищен, испытан на прочность и проверен на герметичность. Очистка внутренней полости газопровода производится при помощи пропуска очистных поршней. Очистной поршень движется по очищаемому участку газопровода под воздействием высокого давления природного газа, который подаётся из расположенного по близости действующего газопровода. Продувка участка построенного магистрального газопровода с пропуском очистного поршня считается законченной, если после вылета поршня из выходного патрубка выходит струя незагрязнённого газа. В противном случае пропуск очистного поршня повторяется до получения положительного результата.

После очистки участка газопровода приступают к испытанию на прочность и проверке на герметичность. Линейные краны при этом должны быть закрыты, а через узел подключения подаётся природный газ из действующего газопровода. При проверке на прочность испытываемое давление плавно повышают до 1,1 от рабочего давления и выдерживают участок под этим давлением в течение 24 часов. Если газопровод не разрушился, давление снижают до максимального рабочего и приступают к проверке на герметичность. Проверка на герметичность производится не менее 12 часов.

Способы очистки полости и испытания газопровода, обоснование выбранного способа

В соответствии с действующими СНиП магистральные трубопроводы до ввода в эксплуатацию подвергаются очистке, испытанию на прочность и проверке на герметичность. Очистка полости трубопровода необходима для его надёжной работы с заданной производительностью без изменения физико-химических свойств транспортируемого продукта. Она обеспечивает на всём протяжении (или на отдельных участках) установленные проектом полное проходное сечение и коэффициент гидравлического сопротивления, а также беспрепятственный пропуск по трубопроводу в ходе его эксплуатации разных разделительных (для последовательной перекачки продуктов) и очистных устройств. Испытания магистрального трубопровода на прочность и проверка на герметичность – гарантия его надёжной работы при эксплуатации.

Работы по очистке полости и испытанию трубопровода проводятся в соответствии со специальной инструкцией, учитывающей конкретные местные условия, под руководством комиссии из представителей генерального подрядчика, субподрядных органи-

заций, заказчика. В инструкции должны быть предусмотрены способы, параметры, последовательность и сроки выполнения работ, методы и средства выявления и устранения отказов (застывание очистных устройств, разрывы трубопровода, утечки и т.п.), схема организации связи; требования пожарной, газовой, технической безопасности и указания о размерах охранной зоны. Возможность использования природного газа для очистки полости и испытания в обязательном порядке должна согласовываться с Газнадзором ПАО «Газпром».

Очистка полости трубопровода является подготовкой его к испытанию. Её цель – удаление из трубопровода окалины, грунта, случайно попавшей грязи, воды, снега, кусков льда, посторонних предметов. Свод правил (СП) рекомендует очищать полость газопровода в два этапа: предварительная очистка и окончательная – со сбором загрязнений в конце очищаемого участка.

Предварительную очистку полости трубопровода проводят на трубосварочных базах при сварке труб в секции и на трассе при сварке секции труб в плети или сплошную нитку путём протаскивания через секции труб очистного устройства. После очистки полости участка магистрального трубопровода на концах его устанавливают заглушки.

Окончательная очистка полости трубопроводов выполняется промывкой, продувкой, вытеснением загрязнений в потоке жидкости. Промывка или продувка осуществляется одним из следующих способов: с пропуском очистного или разделительного устройства; без пропуска очистного или разделительного устройства. Промывку и продувку с пропуском очистных или разделительных устройств выполняют на трубопроводах диаметром 219 мм и более. Промывку и продувку без пропуска очистных или разделительных устройств производят: на трубопроводах диаметром менее 219 мм; на трубопроводах любого диаметра при наличии крутоизогнутых вставок радиусом не менее пяти диаметров трубопровода или при длине очищаемого участка менее 1 км. Полости подземных трубопроводов очищают после их укладки в траншею и засыпки, наземных – после укладки и обвалования, надземных – после укладки на опоры и закрепления.

Продувка

Продувку с пропуском очистных поршней осуществляют на трубопроводах проложенным любым способом. При этом очистные поршни пропускают по участкам трубопровода, длина которых не превышает расстояния между двумя соседними отключающими устройствами – кранами или задвижками. Поршень движется под давлением сжатого воздуха, подаваемого непосредственно от компрессоров, или природного газа из действующего газопровода, проходящего вблизи строящегося объекта или подаваемого с газового промысла. При продувке также применяют системы подачи воздуха или газа с использованием ресиверов. Давление воздуха (газа) в ресивере (соотношение его длины и длины очищаемого участка 1:1) зависит от диаметра трубопровода.

Магистральные газопроводы, проложенные надземно на опорах, продувают одновременно с пропуском очистных поршней-разделителей под давлением сжатого воздуха или газа (скорость не более 10 км/ч, протяжённость участков не более 10 км). Окончательно загрязнения удаляют продувкой без пропуска очистных устройств путём создания в трубопроводе скоростных потоков воздуха или газа. Протяжённость участка трубопровода, продуваемого без пропуска очистного поршня, не должна превышать 5 км.

Продувка считается законченной, если после прохождения по участку трубопровода очистного устройства из продувочного патрубка выходит струя незагрязнённого воздуха или газа. В противном случае продувка повторяется до получения положительных результатов. Если после вылета очистного устройства из продувочного патрубка поступает вода, то по очищаемому участку магистрального трубопровода для его осушки необходимо пропустить поршень-разделитель. Эффективность осушки повышает использование метанола как водопоглощающей среды. В этом случае метанольные пробки расчетного объёма помещают между двух поршней-разделителей, пропускаемых под давлением сухого сжатого воздуха или газа.

Промывка

Промывке подвергают трубопроводы любого назначения, испытание которых предусмотрено в проекте гидравлическим способом. Пропуск очистного или разделительного устройства осуществляется под давлением сжатого воздуха или газа.

тельного устройства по трубопроводу осуществляется под давлением жидкости, закачиваемой для гидравлического испытания. При промывке перед очистным поршнем или поршнем-разделителем заливают воду (10–15 % объёма очищаемого участка). Скорость перемещения очистных поршней или поршней-разделителей при промывке трубопроводов – не менее 1 км/ч.

Пропуск очистного или разделительного устройства в потоке жидкости обеспечивает удаление из трубопровода не только загрязнений, но и воздуха, что исключает необходимость установки воздухопускных кранов, повышает надёжность обнаружения утечек с помощью манометра.

Промывка считается законченной, когда очистное или разделительное устройство выйдет из трубопровода неразрушенным. При промывке без пропуска очистного или разделительного устройства качество очистки обеспечивается скоростным потоком жидкости. Скорость потока жидкости при промывке без пропуска очистных и разделительных устройств должна составлять не менее 5 км/ч. Промывка без пропуска очистного или разделительного устройства считается законченной, когда из сливного патрубка выходит струя незагрязненной жидкости.

Вытеснение загрязнений в потоке жидкости

Очистка полости трубопровода вытеснением загрязнений в скоростном потоке жидкости осуществляется в процессе удаления жидкости после гидроиспытания с пропуском поршня-разделителя под давлением сжатого воздуха или газа. Скорость перемещения поршня-разделителя в едином совмещённом процессе очистки полости и удаления воды должна быть не менее 5 км/ч и не более величины, определяемой технической характеристикой применяемого поршня-разделителя. Протяжённость участка очистки полости вытеснением загрязнений в скоростном потоке жидкости устанавливается с учётом рельефа местности, давления в трубопроводе в начале очищаемого участка и характеристики поршня-разделителя (предельной длины его пробега).

Испытание на прочность и проверка на герметичность

Магистральные газопроводы должны испытываться в соответствии с рабочим проектом гидравлическим (водой, незамерзающими жидкостями), пневматическим (природным газом, воздухом) или комбинированным (воздухом и водой или газом и водой) способами. Все способы равноценны и применимы для трубопроводов любого назначения.

Испытания линейной части магистральных трубопроводов на прочность и проверку их на герметичность проводят после завершения всех предшествующих работ (укладки, засыпки, обвалования или закрепления на опорах, очистки полости, врезки линейной арматуры, приварки катодных выводов, а также представления и проверке исполнительной документации). На магистральных трубопроводах испытание на прочность и проверку на герметичность осуществляют гидравлическим (водой) или пневматическим (воздухом, природным газом) способами. Гидравлическое испытание магистральных трубопроводов водой при отрицательной температуре воздуха допускается при условии, что трубопровод, линейную арматуру и приборы предохраняют от замораживания. Способы испытания, границы участков, величины испытательных давлений, схему проведения испытания (места забора и слива воды, согласованные с заинтересованными организациями, пункты подачи, обустройство временных коммуникаций) устанавливают проектом. Протяжённость участков газопроводов, испытываемых пневматическим способом, не ограничивается, а участков, испытываемых гидравлическим или комбинированным способами, определяется с учётом гидростатического давления.

Испытываемый на прочность и проверяемый на герметичность трубопровод делят на участки, которые ограничивают заглушками или линейной арматурой (в данном случае отключающими кранами или задвижками).

Магистральный газопровод считается выдержавшим испытание на прочность и проверку на герметичность, если за время испытания на прочность труба не разрушилась, а при проверке на герметичность давление остаётся неизменным и не будут обнаружены утечки.

Гидравлическое испытание

Для проведения гидравлического испытания давление внутри трубопровода создают водой или жидкостями с пониженной температурой замерзания, предусмотренными проектом. В качестве источников воды для гидравлического испытания используют естественные или искусственные водоёмы (реки, озёра, водохранилища, каналы и т.п.), пересекаемые строящимся трубопроводом или расположенные вблизи него.

Гидравлическое испытание магистральных трубопроводов – наиболее эффективный способ. Он позволяет создать в трубопроводе повышенное давление практически без дополнительной закачки воды в трубопровод после его заполнения, что обеспечивает более полное выявление скрытых дефектов, а также относительную безопасность проведения работ. Для гидравлического испытания установлены следующие основные параметры: давление в нижней точке участка газопровода равно давлению при заводском испытании труб (не более давления, соответствующего минимальному нормативному пределу текучести материала труб, а давление в верхней точке участка 1.1 проектного рабочего). Продолжительность испытания на прочность – 24 часа. С учётом разности давлений в нижней и верхней точках магистрального газопровода определяют протяжённость участка испытания.

На герметичность участки всех категорий трубопровода проверяют после испытания на прочность и снижения испытательного давления до максимального рабочего. Продолжительность проверки на герметичность при гидравлическом и пневматическом испытаниях определяется временем, необходимым для тщательного осмотра трассы газопровода с целью выявления утечек, но не менее 12 часов.

Чтобы полностью удалить воздух из магистрального газопровода при его заполнении водой для гидравлического испытания, в процессе промывки пропускают поршни-разделители или вытесняют воздух через воздухопускные краны, устанавливаемые в местах скопления воздуха. Диаметр воздухопускных кранов выбирают в зависимости от суммарной производительности наполнительных агрегатов и диаметра испытываемого газопровода.

Для полного удаления воды (после испытания магистрального газопровода гидравлическим способом) по нему пропускают не менее двух поршней-разделителей (основного и контрольного) под давлением сжатого воздуха или газа. Скорость поршней-разделителей при удалении воды обычно составляет 3–10 км/ч. Результаты считают удовлетворительными, если контрольный поршень-разделитель вышел из газопровода неразрушенным. В противном случае пропуск контрольного поршня-разделителя повторяют.

Достоинства: обеспечивается наибольшая безопасность, исключаются взрывы и возгорания; длина разрушений не превышает нескольких метров; исключены затраты времени и средств на очистку полости.

Недостатки: необходимость наличия на трассе источников воды; ограниченное применение при отрицательных температурах; требуется осушка внутренней полости; проблемы экологического характера.

Пневматическое испытание

Пневматическое испытание магистральных газопроводов осуществляют лишь в тех случаях, когда по каким-либо причинам проведение гидравлического испытания невозможно (отсутствие источника воды, недостаток воды в существующих источниках, температура наружного воздуха ниже $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, невозможность обеспечения охранной зоны, наличие участков вечной мерзлоты и т.п.). Как правило, пневматическое испытание сжатым воздухом в 2–3 раза продолжительнее испытания гидравлическим способом. При таком испытании давление принимают равным 1.1 максимального рабочего, а продолжительность выдержки под этим давлением 12 часов.

При пневматическом испытании магистральный газопровод (его участок) заполняют воздухом или газом через полностью открытые краны обводных линий при закрытых линейных кранах. Для выявления утечки воздуха или газа в процессе их закачки в газопровод добавляют одорант (через одоризационные установки) в объёме 50–80 г на

1000 м³ воздуха или газа. Давление в магистральном газопроводе поднимают плавно. При достижении давления 0,3 от испытательного (но не более 2 МПа) трассу осматривают. На это время подъём давления прекращают. После осмотра трассы подъём давления в газопроводе до испытательного ведётся без остановок. Под испытательным давлением на прочность магистральный газопровод выдерживают при открытых кранах обводных линий и закрытых линейных кранах. Это делается для стабилизации давления и температуры в газопроводе. После 12 часовой выдержки давление в газопроводе снижают до максимального рабочего, а краны обводных линий закрывают. Затем осматривают трассу, проводят наблюдения и замеры давления в течение не менее 12 часов.

Магистральный газопровод считают выдержавшим испытание на прочность и проверку на герметичность, если за время испытания на прочность (12 часов) давление в нём снизилось не более чем на 1 %, труба не разрушилась, а при проверке на герметичность давление оставалось неизменным и не было обнаружено утечек. При обнаружении утечек и мест их нахождения при любом способе испытания магистрального газопровода визуально, по звуку, запаху или с помощью приборов участок трубопровода ремонтируют, а затем вновь подвергают испытанию на прочность и проверке на герметичность.

Достоинства: возможность сохранения чистоты полости; возможность проведения испытаний на резкопересечённой местности и при низких температурах.

Недостатки: высокая степень вероятности возникновения взрывов и пожаров; большая протяжённость разрушения при разрыве; велика продолжительность испытаний.

Комбинированное испытание

При комбинированном испытании давление внутри трубопровода создают двумя средами – природным газом (воздухом) и жидкостью (водой или антифризами). Испытываемый участок заполняют природным газом от скважины (действующего газопровода) или сжатым воздухом от компрессорных установок до создания в нём давления, равного давлению в действующем газопроводе или максимальному давлению нагнетания компрессора. После заполнения участка газом или воздухом подъём давления в нём до испытательного производят опрессовочными агрегатами, закачивая в трубопровод жидкость. Давление при комбинированном испытании на прочность должно быть равно в верхней точке 1.1 максимального рабочего давления трубопровода, а в нижней точке – не превышать заводского испытательного давления труб. Продолжительность выдержки участка под этим давлением – 12 часов. В основном, комбинированному испытанию подвергают газопроводы, прокладываемые в горных условиях вблизи действующих газопроводов.

Обоснование выбранного метода очистки полости и испытания участка газопровода

В связи с тем, что в районе сооружаемого участка магистрального газопровода зимний период с понижением температуры до отметки – 45–50 °С длится большую часть года, а также на всём протяжении сооружаемого участка газопровода почва представляет собой вечномёрзлые грунты – считается целесообразным очистку полости газопровода произвести методом продувки газом с пропуском трёх очистных поршней типа ОП и пневматическое испытание природным газом на прочность и проверку на герметичность.

Организация работ при сооружении участка магистрального газопровода

Организационно-подготовительные мероприятия выполняются строительной организацией и включают:

- подготовку и заключение с заказчиком генерального договора и договоров субподряда;
- получение от заказчика соответствующей проектно-сметной документации, зарегистрированной в органах Ростехнадзора;

- анализ проектно-сметной документации;
- оформление финансирования строительства;
- отвод в натуре трассы и площадок для строительства;
- оформление разрешений и допусков на производство работ;
- решение вопросов бытового обслуживания строителей;
- заключение договоров материально-технического обеспечения.

Подготовка и заключение с заказчиком строительства генерального подрядного договора осуществляется от имени строительной организации в соответствии с условиями конкурса (тендера) на право производства работ в установленном порядке.

Приёмка и проверка проектно-сметной документации осуществляется генподрядной строительной организацией с привлечением подчинённых ей подразделений и потенциальных субподрядных организаций.

Оптимальные запасы материально-технических ресурсов, необходимые для бесперебойной работы строительного потока определяют с учётом отдалённости основной базы снабжения, состояния дорожной сети, условий навигации, возможностей железной дороги, сезона года, транспортной схемы доставки материалов, производительности потока, управления строительством.

В подготовительный период определяют места устройства трубосварочных баз, мест для разгрузки и складирования труб, а также разрабатывают оптимальную схему транспортных и погрузочно-разгрузочных работ.

Подготовка службы контроля качества строительной организации должна быть направлена на создание условий для введения непрерывного производственного контроля, её комплектации контрольно-измерительными приборами, инструментами, материалами и персоналом, обеспечивающими необходимую достоверность и полноту контроля.

Строительство трубопровода планируется вести поточным методом механизированными колоннами (комплексными трубопроводостроительными потоками – КТП), обеспечивающими требуемое качество и темп строительства путём формирования специализированных бригад и звеньев, и производства всех видов работ в строгой технологической последовательности.

Проектно-сметная документация (ПСД) обычно рассматривается на техническом совете генподрядной строительной организации при участии представителей заказчика, субподрядных организаций, предприятий строительной индустрии, проектных и при необходимости научно-исследовательских организаций, с целью разработки плана мероприятий по реализации проекта.

Состав и содержание проекта производства работ определяется «Инструкцией по разработке проектов производства работ по строительству нефтегазопроductопроводов», утверждённой Минэнерго России приказом № 37 от 4 февраля 2000 года.

В летний период перед началом строительных работ проводится визуальное обследование трассы с целью ознакомления с характером местности, а также осуществляется инструментальное обследование для уточнения гидрологических и мерзлотно-геологических характеристик грунтов, оценивается возможность применения местных грунтов для сооружения дорог, подсыпки и присыпки трубопровода, а также проверяется глубина оттаивания грунтов, залесенность, глубина и ширина зеркала воды на переходах.

Результаты обследования сравнивают с проектными данными, и если отклонения существенные (более 5 %), то корректируют объёмы работ и уточняют отдельные технологические решения, заложенные в проектах организации строительства и производства работ, и разрабатывают дополнительные мероприятия по выполнению неучтённых видов строительного-монтажных работ.

Поступающие на строительство материально-технические ресурсы должны подвергаться входному контролю, предусматривающему освидетельствование и отбраковку изделий. Освидетельствование осуществляется в соответствии с действующими государственными стандартами и техническими требованиями на изготовление изделий, утверждёнными заказчиком и заложенными в проект строительства объекта. Освидетельствование и отбраковку осуществляет комиссия приказом заказчика и генподрядчика.

Организация работ при очистке полости и испытанию построенного участка газопровода

Очистку полости трубопроводов, а также их испытание на прочность и проверку на герметичность следует осуществлять по специальной инструкции или ППР, отражающей местные условия работ, и под руководством комиссии, состоящей из представителей генерального подрядчика, субподрядных организаций, заказчика или органов его технадзора. Инструкция составляется заказчиком и строительно-монтажной организацией применительно к конкретному трубопроводу с учётом местных условий производства работ, согласовывается с проектной организацией и утверждается председателем комиссии.

Инструкция по очистке полости, испытанию магистральных газопроводов на прочность и проверку на герметичность должна предусматривать:

- способы, параметры и последовательность выполнения работ;
- методы и средства выявления и устранения отказов (застывание очистных устройств, утечки, разрывы и т.п.);
- схему организации связи; требования пожарной, газовой, технической безопасности и указания о размере охранной зоны.

При производстве работ по очистке полости и испытанию должна быть организована система связи, реализуемая силами и средствами субподрядчиков. Она должна обеспечивать оперативное руководство всеми работами в установленных по времени режимах. Система связи находится в оперативном распоряжении председателя комиссии.

На время производства работ организуется аварийно-ремонтная бригада. Аварийная ремонтно-восстановительная бригада должна быть обеспечена автомобилями повышенной проходимости с электросварочными агрегатами, средствами пожаротушения и всем необходимым инвентарём для всех видов строительно-монтажных работ на линейной части магистрального газопровода и узлах запорной арматуры.

Для проведения очистки полости и испытания на строительстве магистральных газопроводов организуют один или несколько специализированных потоков:

- потока очистки полости;
- потока испытания.

Параметры потоков – продолжительность, границы, направление производства работ во времени и пространстве – должны быть рационально увязаны с параметрами соответствующих потоков крупных механизированных комплексов в пределах установленной общей продолжительности строительства (директивного срока).

Участок испытания может быть разделён на отдельные захватки, на каждой из которых работы осуществляют либо силами и средствами одной строительно-монтажной организации, либо от одного источника используемой среды (вода, газ и т.д.), либо по одной технологической схеме.

При организации поточного метода выполнения работ по очистке полости, испытанию и удалению воды учитывают следующие специфические особенности:

- закачивания в трубопровод напорной среды (воздуха, воды, природного газа) для очистки полости, испытания и удаления воды можно выполнять круглые сутки, тогда как предшествующие работы по инженерной подготовке трассы (сварке, изоляции, укладке и засыпке трубопровода) обычно осуществляют в одну-две смены;
- очистку полости и испытания выполняют по участкам конечной протяжённости, а не непрерывно, как в процессе предшествующих работ;
- протяжённость очищаемого или испытываемого участка определяют в зависимости от совокупности ряда факторов (схемы раскладки труб, разности вертикальных отметок трассы газопровода, расположения линейной арматуры и др.);
- используемые основные машины (наполнительные и опрессовочные агрегаты, передвижные компрессорные установки) работают, как правило, в одном месте и перемещаются по трассе только периодически;
- очистку полости и испытание выполняют в условиях, когда основная техника комплексных механизированных потоков выведена из районов строительства;

- процессы очистки полости и испытания газом, являются одновременно завершающими процессами строительства и начальным этапом пусконаладочных работ, что требует чёткой согласованной организации их выполнения с привлечением сил и средств соответствующих организаций и эксплуатационных подразделений заказчика.

При выборе технологической схемы производства работ по очистке полости и испытанию учитывают конкретные условия таким образом, чтобы выбранная схема производства работ обеспечивала возможность выполнения работ в кратчайшие сроки при условии обеспечения нормативных критериев по качеству.

Техника безопасности при очистке полости и испытании построенного участка газопровода

Магистральные газопроводы до ввода в эксплуатацию должны подвергаться очистке полости, испытанию на прочность и проверке на герметичность в соответствии со специальной инструкцией под руководством комиссии. Инструкция должна предусматривать способы, параметры и последовательность выполнения работы; методы и средства выявления отказов; схему организации связи; требования пожарной, газовой, технической безопасности и указания по размерам охранной зоны. Рабочая инструкция составляется строительно-монтажной организацией и утверждается руководителем комиссии по испытанию трубопровода.

Председатель комиссии на время очистки полости и проведения испытаний газопровода обязан обеспечить безопасность обслуживающего персонала и населения, а также сохранность машин и сооружений вдоль трассы газопровода в пределах охранной зоны. Председателем комиссии по испытанию назначается представитель подрядчика.

Все члены комиссии, а также инженерно технические работники и рабочие должны изучить инструкцию и расписаться в журнале. Перед началом работ обслуживающий персонал получает необходимый инструмент, спецодежду и средства индивидуальной защиты.

Очистка полости, испытания газопроводов на прочность и проверка их на герметичность при отсутствии бесперебойной связи запрещается.

При очистке полости и испытании магистральных газопроводов газом или воздухом устанавливают охранную зону. При испытательном давлении более 8,4 МПа охранную зону увеличивают на 50 %. При промывке трубопровода водой охранная зона занимает полосы по 25 м в обе стороны от трубопровода, а при гидравлическом испытании трубопровода диаметром 1420 мм – 100 м. Охранную зону вылета очистного поршня или поршня-разделителя ограничивают сектором 60° у конца продувного патрубка. При наземной или надземной прокладке газопровода её увеличивают в два раза. Для вертолётов и самолётов, участвующих в проведении работ по очистке полости и испытанию магистральных газопроводов, по согласованию с территориальными управлениями гражданской авиации устанавливают дополнительную охранную зону.

Наблюдение за зоной оцепления в период проведения работ осуществляет один из членов комиссии, назначенный председателем комиссии и ответственный за этот участок работы.

Рабочие и ИТР, а также машины, механизмы и оборудование должны находиться за пределами охранной зоны. Оцепление можно снимать только по указанию председателя комиссии.

Дежурные постов и обходчики обязаны:

- наблюдать за определённым местом или участком трубопровода;
- немедленно сообщать комиссии обо всём, что препятствует проведению работ или создаёт угрозу для людей, животных, сооружений, транспорта, находящихся вблизи трубопровода;
- обозначать места утечек газа, опасных загазованных зон и сообщать об этом комиссии.

При обходе трассы трубопровода обходчики должны находиться в 20 м от оси трубопровода при очистке его полости и испытании воздухом или газом, а при испытании водой – на расстоянии не менее 5 м.

К очистке полости и испытания газопровода природным газом разрешено приступать лишь после вытеснения из него воздуха. Содержание кислорода в выходящей из газопровода газовой смеси определяют переносным газоанализатором. Оно не должно превышать 2 %.

До очистки полости, испытание газопровода газом или воздухом в местах, где он пересекает железные и автомобильные дороги или проходит вблизи от них, комиссия должна уведомить соответствующие организации (управление железной дороги, автомобильный отдел и др.) о проведении работ и согласовать с ними необходимые меры безопасности. В местах пересечения газопроводом железных и автомобильных дорог или приближения его к населённым пунктам за пределами охранной зоны следует выставлять охранные посты и устанавливать предупредительные и запрещающие знаки.

Во время очистки полости и испытания магистрального газопровода природным газом в охранной зоне запрещается пользоваться открытым огнём.

При разрушении газопровода во время очистки полости или испытания газом следует принять срочные меры по ликвидации аварии. Если авария произошла в месте пересечения газопровода с железной или шоссейной дорогой или вблизи от неё, а также недалеко от населённого пункта, необходимо немедленно оцепить опасный район, а затем приступить к ликвидации аварии.

Машины и оборудование, применяемые при производстве очистки полости и испытании построенного газопровода

При продувке трубопроводов применяются очистные поршни, предназначенные для удаления из внутренней полости трубопровода посторонних предметов и зачистки его внутренней поверхности. Очистные поршни движутся по очищаемому газопроводу за счёт энергии сжатого воздуха или природного газа. Очистные поршни состоят из следующих основных элементов: корпуса, манжетных уплотнительных устройств и металлических щёток. Манжетные уплотнения обеспечивают плотность посадки поршней в газопроводе, а металлические щётки очищают внутреннюю поверхность трубопровода.

Корпус поршня выполнен из трубы и заглушен в передней части. Смонтированные по окружности и загнутые в одном направлении трубки предназначены для создания скоростных воздушных струй, обеспечивающих при продувке одновременно с поступательным перемещением вращение поршня реактивными силами. Существуют две основные конструкции очистных поршней: с прямыми манжетами и самоуплотняющимися.

При износе прямых манжет сжатый воздух проходит через зазор между стенками трубы и поршнем в полость перед ним. Это приводит к повышенному расходу продувочного воздуха и снижению скорости передвижения поршня, а иногда и к его остановке.

Самоуплотняющиеся манжеты равномерно прижимаются давлением воздуха к внутренним стенкам трубопровода, причём герметичность не ухудшается даже при значительном (но неполном) износе отбортованных частей манжет.

Для продувки трубопроводов, проходящих по сильно пересечённой местности или прокладываемых по способу «змейка», применяются поршни, выполненные из двух частей, соединённых между собой шарнирно. Для установки обеих частей по одной оси и смягчения ударных нагрузок шарнир стабилизируется цилиндрической пружиной. Такая конструкция позволяет поршню вписываться в многочисленные кривые вставки, не создавая значительных ударных нагрузок на трубопровод.

Очистные поршни типа ОП могут применяться: для продувки магистральных трубопроводов под давлением воздуха или природного газа при скорости перемещения в пределах 35–70 км/ч; для очистки полости протягивания в процессе сборки и сварки секций в нитку.

Поршни-разделители применяются для промывки и одновременного освобождения от воздуха и заполнения водой для гидравлического испытания, а также для освобождения газопровода от воды после гидравлического испытания. Скорость перемещения этих устройств должна быть не менее 1 км/ч, а максимальная скорость может достигать 10 км/ч. Для удаления воды из газопровода поршни-разделители применяют в два этапа. На первом этапе работ предварительно удаляют основной объём воды, на втором – контрольном этапе вода полностью удаляется из испытанного газопровода.

При продувке и пневматическом испытании трубопровода сжатый воздух закачивается в него передвижными компрессорными станциями. Принципиальная конструктивная схема всех применяемых компрессорных станций одинакова. Основными их агрегатами являются двигатель внутреннего сгорания и компрессор, смонтированные на общей раме. Передача крутящего момента от двигателя к компрессору осуществляется эластичными муфтами или через дополнительные узлы (редуктор, коробку передач).

По числу ступеней сжатия компрессоры делятся на одно и многоступенчатые. Одноступенчатые компрессоры низкого давления и при испытании магистральных газопроводов не применяются. Для получения сжатого воздуха высокого давления и предотвращения его нагрева при сжатии применяются многоступенчатые компрессоры. Атмосферный воздух последовательно сжимается в нескольких ступенях компрессора. После каждой ступени сжатия воздух охлаждается в холодильниках и очищается от масла и конденсата в водомаслоотделителях.

Для продувки газопроводов диаметром от 1020 до 1420 мм, в том числе в северных районах, условиях вечномёрзлых грунтов применяют передвижные высокопроизводительные компрессорные установки типа ТКА-80-05 на базе авиационных двигателей комплектно-блочного исполнения.

При очистке полости и испытании газопроводов любым из способов необходимо применять контрольно-измерительную аппаратуру. Для измерения давления используют дистанционные приборы «Контролёр» либо манометры класса точности не ниже 1,0. Манометры с диаметром корпуса не менее 150 мм и со шкалой давления, равной 4/3 испытательного, применяются трёх типов: технические (МТ), контрольные (МК) и образцовые (МО).

Содержание кислорода в газовой смеси, выходящей из трубопровода при очистке полости и испытании природным газом, определяют переносными газоанализаторами типа ГХП-2, ГХП-3 или другими аналогичными приборами.

Для контроля за прохождением очистных устройств и определения их местоположения при остановке в трубопроводе применяют системы обнаружения «Импульс» и «Полюс» в соответствии с техническими условиями. Системы обнаружения «Импульс» и «Полюс» могут быть использованы при пропуске очистных устройств по надземным трубопроводам, а также по подземным трубопроводам, засыпанным грунтами любых категорий или проложенным по обводненной и заболоченной местности. Системы обнаружения очистных устройств «Импульс» состоит из сигнализатора и переносного приемника с антенной. Сигнализатор, смонтированный на очистном поршне, движущемся внутри трубопровода, излучает знакопеременные низкочастотные магнитные импульсы, которые принимаются магнитной антенной приёмника и преобразуются им в звуковые сигналы.

Для поиска утечек при испытании магистральных газопроводов применяют акустические приборы, способные определить место утечки по звуку вытекающей из газопровода жидкости, воздуха или газа. Также для определения мест утечек при испытании магистральных газопроводов гидравлическим способом применяют трассирующие вещества (красители).

На случай разрушения магистрального газопровода при проведении испытания, создаются аварийные ремонтно-восстановительные бригады, в состав которых входит техника, необходимая для выполнения всех видов работ по устранению отказов.

Для оперативного перемещения рабочих к месту разрыва используют вахтовые автомобили, представляющие собой шасси, обычно полноприводные (КамАЗ, Урал и др.) с установленной на них пассажирской кабиной на 15–20 человек.

Литература:

1. Алиев Л.А., Березина И.В., Телегин Л.Г., Яковлев Е.И. Сооружение и ремонт газонефтепроводов, газохранилищ и нефтебаз. – М. : Недра, 1987. – 271 с.
2. Зиневич А.М., Прокофьев В.И., Ментюков В.П. Технология и организация строительства магистральных трубопроводов больших диаметров. – М. : Недра, 1979. – 421 с.
3. Крылов Г.В., Степанов О.А. Эксплуатация и ремонт газопроводов и газохранилищ. – М. : Academia, 2000. – 360 с.

4. Минаев В.И. Машины для строительства магистральных трубопроводов. – М. : Недра, 1985. – 440 с.
5. Савенок О.В., Качмар Ю.Д., Яремийчук Р.С. Нефтегазовая инженерия при освоении скважин. – М. : Инфра-Инженерия, 2019. – 548 с.
6. ВСН 011-88. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Очистка полости и испытание. – М. : ВНИИСТ, 1988.
7. Свод правил сооружения магистральных газопроводов : СП 101-34-96 и СП 111-34-96. – М. : ИРЦ «Газпром», 1996.
8. СП 103-34-96. Свод правил сооружения магистральных газопроводов. Подготовка строительной полосы. – М. : ИРЦ «Газпром», 1996.
9. Сооружение участка магистрального газопровода с разработкой очистки полости и испытания. – URL : http://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0a65635a3bd68a4d53a88421316c37_0.html
10. Алекперова С.Т., Ревазов А.М. Разработка и реализация системы поэтапного обеспечения безопасности магистральных газопроводов // Булатовские чтения: материалы II Международной научно-практической конференции (31 марта 2018 года) в 7 томах : сборник статей / под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. О.В. Савенок. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2018. – Т. 4: Проектирование, сооружение и эксплуатация систем трубопроводного транспорта. – С. 21–29.
11. Алероева Л.С. Сравнение современных бестраншейных способов восстановления трубопроводов с традиционным траншейным методом и их преимущества // Булатовские чтения: материалы II Международной научно-практической конференции (31 марта 2018 года) в 7 томах : сборник статей / под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. О.В. Савенок. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2018. – Т. 4: Проектирование, сооружение и эксплуатация систем трубопроводного транспорта. – С. 30–36.
12. Буклешев Д.О. Опасность эксплуатации магистральных трубопроводов с высокой степенью напряженно-деформированного состояния околовыводных зон // Булатовские чтения: материалы II Международной научно-практической конференции (31 марта 2018 года) в 7 томах : сборник статей / под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. О.В. Савенок. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2018. – Т. 4: Проектирование, сооружение и эксплуатация систем трубопроводного транспорта. – С. 48–52.
13. Воронин А.Н., Липский В.К. Оценка смесеобразования нефтепродуктов при последовательной перекачке в технологических трубопроводах // Булатовские чтения: Материалы I Международной научно-практической конференции (31 марта 2017 года) в 5 томах : сборник статей / под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. О.В. Савенок. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2017. – Т. 4: Проектирование, сооружение и эксплуатация систем трубопроводного транспорта. Химическая технология и экология в нефтяной и газовой промышленности. – С. 34–38.
14. Галиакберов И.А., Орехова Л.Г. Диагностика магистральных нефтепроводов методом аэрокосмического мониторинга // Булатовские чтения: Материалы I Международной научно-практической конференции (31 марта 2017 года) в 5 томах : сборник статей / под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. О.В. Савенок. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2017. – Т. 4: Проектирование, сооружение и эксплуатация систем трубопроводного транспорта. Химическая технология и экология в нефтяной и газовой промышленности. – С. 39–41.
15. Климов М.Ю., Савенок О.В. Анализ системы доставки нефтепродуктов потребителям на примере ОАО «Газпромнефть-Омск» // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2018. – № 3. – С. 266–288.
16. Ладенко А.А. Супергидрокавитационная технология очистки // Булатовские чтения: Материалы I Международной научно-практической конференции (31 марта 2017 года) в 5 томах : сборник статей / под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. О.В. Савенок. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2017. – Т. 4: Проектирование, сооружение и эксплуатация систем трубопроводного транспорта. Химическая технология и экология в нефтяной и газовой промышленности. – С. 61–63.
17. Нурмакова Ж.И., Третьяк Л.П. Современный подход к обеспечению промышленной безопасности с техногенным гидратообразованием в газопромысловых и газотранспортных системах нефтегазовой отрасли // Булатовские чтения: материалы II Международной научно-практической конференции (31 марта 2018 года) в 7 томах : сборник статей / под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. О.В. Савенок. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2018. – Т. 4: Проектирование, сооружение и эксплуатация систем трубопроводного транспорта. – С. 98–100.
18. Поварова Л.В., Кусов Г.В. Нормативно-техническое регулирование экологической безопасности в нефтегазовой отрасли // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2018. – № 4. – С. 195–216.
19. Щипачев А.М., Лапига И.Р. Прогнозирование остаточного ресурса газонефтепроводов методом нейросетевого моделирования // Булатовские чтения: материалы II Международной научно-практической конференции (31 марта 2018 года) в 7 томах : сборник статей / под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. О.В. Савенок. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2018. – Т. 4: Проектирование, сооружение и эксплуатация систем трубопроводного транспорта. – С. 119–124.

20. Яковлев А.Л. Проектирование «зелёной» цепи поставок природного газа на примере предприятия ООО «Газпром добыча Ноябрьск» / Сборник публикаций Научно-информационного центра «Знание» по материалам VII международной заочной научно-практической конференции «Развитие науки в XXI веке» (30 октября 2015 года, г. Харьков). – Д. : научно-информационный центр «Знание», 2015. – С. 15–18.

References:

1. Aliyev L.A., Berezina I.V., Telegin L.G., Yakovlev E.I. Sooruzheniye and repair of gas and oil pipelines, gas storages and oil depots. – M. : Nedra, 1987. – 271 pages.
2. Zinevich A.M., Prokofiev V.I., Mentyukov V.P. Technology and organization of construction of the main pipelines of large diameters. – M. : Nedra, 1979. – 421 p.
3. Krylov G.V., Stepanov O.A. Operation and repair of gas pipelines and gas storages. – M. : Academia, 2000. – 360 p.
4. Minayev V.I. Cars for construction of the main pipelines. – M. : Nedra, 1985. – 440 p.
5. Savenok O.V., Kachmar Yu.D., Yaremiychuk R.S. Oil and gas engineering at development of wells. – M. : Infra-Inzheneriya, 2019. – 548 p.
6. BCH 011-88. Construction of the main and field pipelines. Cleaning of a cavity and test. – M. : VNIIST, 1988.
7. Set of rules of a construction of main gas pipelines : SP 101-34-96 and SP 111-34-96. – M. : IRTs «Gazprom», 1996.
8. SP 103-34-96. Set of rules of a construction of main gas pipelines. Preparation of a construction strip. – M. : IRTs «Gazprom», 1996.
9. A construction of the site of the main gas pipeline with development of cleaning of a cavity and test. – URL : http://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0a65635a3bd68a4d53a88421316c37_0.html
10. Alekperova S.T., Revazov A.M. Development and realization of a system of stage-by-stage safety of main gas pipelines // Bulatovsky readings: materials II of the International scientific and practical conference (on March 31, 2018) in 7 volumes : the collection of articles / under a general edition of the Dr. Sci. Tech., the prof. O.V. Savenok. – Krasnodar : Publishing house – the South, 2018. – T. 4: Design, construction and operation of systems of pipeline transport. – P. 21–29.
11. Aleroyeva L.S. Comparison modern the bestransheynykh of ways of restoration of pipelines with a traditional trench method and their advantages // Bulatovsky readings: materials II of the International scientific and practical conference (on March 31, 2018) in 7 volumes : the collection of articles / under a general edition of the Dr. Sci. Tech., the prof. O.V. Savenok. – Krasnodar : Publishing house – the South, 2018. – T. 4: Design, construction and operation of systems of pipeline transport. – P. 30–36.
12. Bukleshev D.O. Danger of operation of the main pipelines with high degree of the intense deformed state the okoloshovnykh of zones // Bulatovsky readings: materials II of the International scientific and practical conference (on March 31, 2018) in 7 volumes : the collection of articles / under a general edition of the Dr. Sci. Tech., the prof. O.V. Savenok. – Krasnodar : The publishing house is the South, 2018. – T. 4: Design, construction and operation of systems of pipeline transport. – P. 48–52.
13. Voronin A.N., Lipsky V.K. Assessment of a smeseobrazovaniye of oil products at consecutive transfer in process pipelines // Bulatovsky readings: Materials I of the International scientific and practical conference (on March 31, 2017) in 5 volumes : the collection of articles / under a general edition of the Dr. Sci. Tech., the prof. O.V. Savenok. – Krasnodar : Publishing house – the South, 2017. – T. 4: Design, construction and operation of systems of pipeline transport. Chemical technology and ecology in the oil and gas industry. – P. 34–38.
14. Galiakberov I.A., Orekhova L.G. Diagnostics of the main oil pipelines by method of space monitoring // Bulatovskiye of reading: Materials I of the International nauch-but-practical conference (on March 31, 2017) in 5 volumes : the collection of articles / under a general edition of the Dr. Sci. Tech., the prof. O.V. Savenok. – Krasnodar: Publishing house – the South, 2017. – T. 4: Design, construction and operation of systems of pipeline transport. Chemical technology and ecology in the oil and gas industry. – P. 39–41.
15. Klimov M.Yu., Savenok O.V. The analysis of a system of delivery of oil products to consumers on the example of JSC Gazpromneft Omsk // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Publishing house – the South, 2018. – № 3. – P. 266–288.
16. Ladenko A.A. Superhydrocavitational technology of cleaning // Bulatovsky readings: Materials I of the International scientific and practical conference (on March 31, 2017) in 5 volumes : the collection of articles / under a general edition of the Dr. Sci. Tech., the prof. O.V. Savenok. – Krasnodar : The publishing house is the South, 2017. – T. 4: Design, construction and operation of systems of pipeline transport. Chemical technology and ecology in the oil and gas industry. – P. 61–63.

17. Nurmakova Zh.I., Tretiak L.P. Modern approach to ensuring industrial safety with technogenic hydrate formation in gas-field and gas transmission systems of the oil and gas industry // Bulatovsky readings: materials II of the International scientific and practical conference (on March 31, 2018) in 7 volumes : the collection of articles / under a general edition of the Dr. Sci. Tech., the prof. O.V. Savenok. – Krasnodar : Publishing house – the South, 2018. – T. 4: Design, construction and operation of systems of pipeline transport. – P. 98–100.

18. Povarova L.V., Kusov G.V. Normative and technical regulation of environmental safety in the oil and gas industry // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Publishing house – the South, 2018. – № 4. – P. 195–216.

19. Shchipachev A.M., Lapiga I.R. Forecasting of a residual resource of gas and oil pipelines by method of neural network modeling // Bulatovskiye of reading: materials II of the International scientific and practical conference (on March 31, 2018) in 7 volumes : the collection of articles / under a general edition of the Dr. Sci. Tech., the prof. O.V. Savenok. – Krasnodar : Publishing house – the South, 2018. – T. 4: Design, construction and operation of systems of pipeline transport. – P. 119–124.

20. Yakovlev A.L. Design of a «green» chain of supply of natural gas on the example of the LLC Gazprom добыча Noyabrsk» / Sbornik enterprise of the publications Nauchno-informatsion-a leg of the Znaniye center for materials VII the international correspondence scientific and practical conference «Development of Science in the 21st Century» (on October 30, 2015, Kharkiv). – D. : Znaniye scientific information center, 2015. – P. 15–18.