

Анализ управления производственным процессом при строительстве линейных объектов

© Н. А. Задерейчук, О. В. Литвинова

*Иркутский национальный исследовательский технический университет,
Иркутск, Российская Федерация*

Аннотация: В статье проанализированы процессы управления производством линейных объектов и объектов, входящих в их состав. А также этапы, стадии, порядок и методы осуществления строительного процесса. Своевременному его завершению способствует грамотно поставленная задача, слаженная работа команды, правильный и безопасный порядок действий, соблюдение организационно-технологических процессов и надлежащих условия труда и эксплуатации объекта. Поэтому на первый план выдвигается задачи точного определения процесса управления строительным объектом, соблюдения мер по охране труда и технике безопасности. Необходимо каждый комплекс работ рассматривать поэтапно, с подробным расписанием и анализом, чтобы предотвратить несчастные случаи и риски угрозы для жизни людей. При производстве строительного объекта возможна реализация различных методов. Могут назначаться программы для работы в автономном режиме. Кроме того, управление должно осуществляться уполномоченным человеком, постоянно находящимся в штабе строительства, либо с удаленного рабочего места.

Ключевые слова: управление производством, организация строительства, контроль качества, методы строительства, комплекс работ, испытания, методика

Process control analysis during the construction of linear facilities

© Nikita A. Zadereychuk, Olga V. Litvinova

*Irkutsk National Research Technical University,
Irkutsk, Russian Federation*

Abstract. The article analyzes the processes of managing the production of linear objects and objects included in their composition as well as the stages, procedure and methods for implementing the construction process. The timely completion of the production process is facilitated by a competently set task, well-coordinated work of the team, the correct and safe procedure, compliance with organizational and technological processes and proper working conditions and operation of the facility. Therefore, the task of accurately defining the process of managing a construction site, compliance with labor protection and safety measures is coming to the fore. It is necessary to consider each set of works in stages, with a detailed schedule and analysis, in order to prevent accidents and risks of endangering people's lives. In the production of a building object, various methods can be implemented. Programs can be assigned to work offline. In addition, management must be carried out by an authorized person, permanently located at the construction headquarters, or from a remote workplace.

Keywords: production management, construction organization, quality control, construction methods, work package, testing, methodology

Управление производственным процессом составляет основу деятельности предприятия. Оно содержит порядок организационных действий, которые решают и помогают в реализации технологического процесса, направленного на выполнение принятого плана. Проектирование, усовершенствование и реализация на практике производственных систем, состоящих из людей, оборудования и материалов, имеют целую эффективную организацию и являются функцией производственного управления.

Каждый руководитель, осуществляющий организацию строительства, должен руко-

водствоваться проектом производства, а при погрузо-разгрузочных работах знать, что разгрузка труб из железнодорожных вагонов выполняется автомобильным или гусеничным краном при помощи траверс, оборудованных мягкими капролоновыми накладками, обеспечивающими сохранность торцов труб при всех операциях, которые должен контролировать сотрудник службы контроля качества¹.

¹ ГОСТ 12.3.009-76* «Система стандартов безопасности труда. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности».

Управленцу необходимо обеспечить состав звена по разгрузке труб, в который входят ответственное лицо, машинист крана и четыре такелажника, двое из них стропуют в вагоне, а остальные выполняют операции по расстроповке и укладке труб на прирельсовую площадку, либо напрямую производят погрузку в трубовозы. Перевозка труб до стройбазы и далее на трассу осуществляется трубовозами под контролем руководящего лица.

Погрузочно-разгрузочные работы на стройбазе выполняются механизмами грузоподъемностью 6,3–92 тонн при помощи траверс [1].

Стальные трубы диаметром более 500 мм складировать в штабели высотой до 3 м в «седло». Места контакта труб с заводской изоляцией с опорными и разделительными стойками облицовываются амортизирующими материалами (дерево, резина и т. п.) для обеспечения сохранности изоляции. После окончания работ обязательно должен быть проведен контроль качества складирования. При организации и производстве сварочно-монтажных работ мастер или прораб, который находится на строительной площадке, обязательно должен соблюдать требования НТД².

При сварке трубопровода ручной электродуговой сваркой и автоматической сваркой под слоем флюса для Ду 1400 все сварные монтажные стыки промышленных трубопроводов и МГ должны быть подвергнуты обязательному контролю со стороны строительного контроля заказчика в объеме 100 % следующими методами неразрушающего контроля: 100 % – ВИК; 100 % – УЗК; 100 % – РГК [2, 3].

Комплект механизмов и оборудования для комплектования сварочного звена по сварке стальных труб включает два трубоукладчика, бульдозер, машинку для зачистки кромок труб, передвижной сварочный агрегат на базе трактора. Весь этот перечень должен быть заранее подготовлен и проконтролирован ответственным лицом.

Порядок работ перед сваркой трубопровода из стальных труб состоит из следующих операций: конец трубопровода укладывается

на инвентарные подкладки; труба очищается от грязи, грунта, камней и пр.; кромки труб и прилегающие к ним наружные и внутренние поверхности на ширину не менее 10 – 15 мм зачищаются.

Заварка второго и последующих слоев шва выполняется звеньями из двух сварщиков на каждый последующий слой поточно-расчлененным методом и весь процесс контролируется ответственным лицом, назначенным приказом на строительной площадке.

Предложенный метод ликвидации технологического захлеста производится в последовательности: определяют место расположения захлесточного стыка; верхнюю плетку, подлежащую обрезу, приподнимают краном-трубоукладчиком на 20–30 см над верхней образующей плетки, лежащей на дне траншеи; на линии реза удаляется изоляция с обеих сторон по 10 см; производят разметку линии реза специальным шаблоном; конец верхней плетки обрезают газорезущей машинкой, скосив кромки под углом 30° (начало реза производят в потолочном положении и заканчивают в верхней части стыка); кромки после реза обрабатывают шлифовальной машинкой; опускают плетку на дно траншеи и производят сборку стыка с помощью наружного центризатора [4].

Перед началом производства работ нужно убедиться, что к сварке стыков трубопроводов допущены специально подготовленные люди, имеющие удостоверение на право производить сварку трубопроводов, транспортирующих нефтегазовые среды, содержащие сероводород. Сварщики должны быть аттестованы в соответствии с требованиями Правил аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства (ПБ 03-273-99), утвержденных постановлением³.

Далее сотрудник, управляющий производством, должен присвоить клейма сварщикам или бригаде сварщиков, выполняющих сварку. Стыки труб из стали с нормативным временным сопротивлением разрыву выше 539 МПа (55 кг/м²) маркируются несмываемой краской снаружи трубы. Контроль качества сварных соединений осуществляется

² ГОСТ 12.3.032-84* «Система стандартов безопасности труда. Работы электромонтажные. Общие требования безопасности».

³ Госгортехнадзора России от 30.10.1998 г. № 63, зарегистрированным Минюстом России 04.03.1999 г., рег. №1721.

радиографическим и ультразвуковым методами неразрушающего контроля⁴.

Способ изоляция стыков стальных труб с заводским наружным антикоррозионным покрытием производится путем установки вручную термоусаживающимися манжетами, разрешенными к применению заказчиком.

Монтаж термоусаживающихся манжет должен производиться в строгом соответствии с инструкцией завода-изготовителя⁵.

Последовательность операций по изоляции стыка термоусаживающимися манжетами следующая: подготовка поверхности для нанесения манжеты (очистка стальной поверхности трубы от заусенцев и загрязнений, обработка заводской изоляции на расстоянии 100 мм с обеих сторон от сварного стыка); приготовление состава праймера; нагрев изолируемой поверхности с контролем температуры; нанесение состава праймера на стальную поверхность (запрещается наносить эпоксидный праймер на базовую изоляцию трубы); подготовка ленты манжеты; установка манжеты вокруг трубы с нахлестом не менее 100 мм (ширина манжеты должна обеспечивать перекрытие заводского покрытия не менее чем на 75 мм с обеих сторон); установка замковой пластины в месте нахлеста; термоусадка манжеты мягким пламенем горелки по направлению от сварного шва поочередно в стороны (с разглаживанием термостойкими роликами по мере необходимости).

При нанесении термоусаживающейся манжеты следует непрерывно проводить визуальный контроль качества работ на соответствие требований: манжета должна плотно охватывать изолируемую поверхность металла и заводского покрытия трубы и иметь поверхность без пузырей, гофр, складок, а также без следов прожega изоляции; через изоляцию должен проступить профиль сварного стыка трубы, нахлеста манжеты; с обеих сторон от стыка, на заводском покрытии за кромку манжеты на всем диаметре трубы должен выступать адгезив; лента должна покрывать заводское покрытие не менее чем на 75 мм с обеих сторон от стыка; сплошность

покрытия должна быть проконтролирована дефектоскопом [5].

При укладке трубопровода следует соблюдать условия: предохранять трубопровод от перенапряжения, изломов и вмятин, сохранять изоляцию; обеспечивать плотное прилегание трубопровода ко дну траншеи; обеспечивать проектное положение трубопровода.

Для защиты покрытия труб от механических повреждений при укладке и засыпке в скальных, мерзлых, каменистых грунтах следует применять подсыпку и присыпку просеянным (мелкогранулированным) грунтом, а также покрытия из твердых или эластичных материалов, обертки из синтетических рулонных материалов.

Переходы трубопроводов сбора газа и промышленного конденсатопровода Ду250 через водные преграды предусматривается выполнить подземно с заглублением 0,5 м ниже линии предполагаемого размыва до верха трубопровода, но не менее 1,0 м от естественных отметок дна малой водной преграды [6].

Строительство подводных переходов траншейным способом осуществляется преимущественно в зимний период со следующей технологией производства работ.

На водотоках шириной до 15 м и глубиной до 0,5 м рытье подводной траншеи производится одноковшовым экскаватором с обоих берегов (поочередно, сначала с одного берега, затем с другого). На водотоках шириной более 15 м и глубиной до 0,5 м и дном, сложенным плотными устойчивыми грунтами, рытье подводной траншеи предусматривается осуществлять одноковшовым экскаватором, перемещающимся по дну реки.

Точные сроки производства работ на водотоках должны быть в обязательном порядке согласованы территориальным управлением Росрыболовства. В периоды нереста рыб с 15 мая по 15 июня и с 20 сентября по 20 октября производство любых работ на водотоках не допускается.

Прокладка трубопроводов на переходах через автомобильные дороги предусматривается подземно, в защитных кожухах из стальных труб.

Строительство переходов через автодо-

⁴ ГОСТ 32569-2013 «Трубопроводы технологические».

⁵ ГОСТ 12.3.016-87 «Система стандартов безопасности труда. Строительство. Работы антикоррозионные. Требования безопасности».

роги планируется с преобладанием открытого способа, с обеспечением движения транспорта по временному объезду, с устройством съездов с земполотна пересекаемой дороги, демонтажом и последующим восстановлением земполотна в месте пересечения с траншеей трубопровода. Место пересечения ограждается и обустраивается дорожными знаками и освещается в темное время суток.

Строительство переходов через дороги способом горизонтального бурения с помощью установки горизонтального бурения предусматривает последовательность производства работ: монтаж установки горизонтального бурения; бурение скважины и прокладка защитного кожуха; демонтаж установки горизонтального бурения; протаскивание рабочей плети трубопровода в защитный кожух; герметизация защитного кожуха; монтаж вытяжной свечи газопровода.

Механическое разрушение грунта осуществляется режущей головой шнека. Разработанный грунт непрерывно транспортируется через защитный кожух в рабочий котлован. Протаскивание рабочей плети трубопровода в защитный кожух осуществляется двумя трубоукладчиками с бульдозером. Трубная плеть, протаскиваемая через защитный кожух, оснащается опорными кольцами из полимерного диэлектрического материала для защиты антикоррозионного полиэтиленового покрытия газопровода.

Решения по сооружению переходов трубопроводов через водные преграды и автомобильные дороги уточняются в ППР⁶.

Очистка полости и испытание трубопровода являются завершающей технологической операцией комплекса линейных строительно-монтажных работ и выполняются после полной готовности участка или всего трубопровода. Работы по очистке полости, испытаниям, осушке и заполнению азотом участков трубопровода проводят по специальным рабочим инструкциям, разработанным подрядной организацией, согласованным с заказчиком и проектной организацией, осуществляющей контроль и надзор и утвер-

жденным председателем комиссии⁷.

Подрядчик, до начала работ по испытанию, должен разработать и утвердить инструкцию и технологическую схему очистки полости и испытания трубопровода. В комиссию по испытанию трубопровода должна быть представлена исполнительная документация на испытываемый объект. Перед вводом в эксплуатацию все трубопроводы необходимо подвергнуть очистке, испытанию на прочность и герметичность, в соответствии с требованиями НТД.

При проведении испытания трубопроводов следует выполнять требования Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности», а также «Перечня требований к порядку организации и завершения работ по проведению гидравлических испытаний при реконструкции, ремонте и строительстве объектов добычи и транспорта газа» [7].

Очистка полости и испытание трубопровода являются завершающей технологической операцией и производятся только после полной готовности участка или всего трубопровода: выполнения врезки всех штуцеров, бобышек, арматуры, дренажных устройств, спусковых линий и воздушников, установки арматуры и приборов, катодных выводов; выполнения проектного крепления трубопровода к опорам; вывода персонала и техники из опасной зоны; обеспечения постоянной или временной связи [8].

Для проведения испытаний на основании совместного приказа генерального подрядчика и заказчика назначается специальная комиссия. Весь персонал, занятый на испытании, вне зависимости от ведомственной принадлежности, находится в полном подчинении комиссии.

Проектной документацией предусмотрено проведение предварительного гидравлического испытания Р_{исп.}=1,25 Р_{раб.}, а после удаления воды и осушки сухим воздухом, проведения испытания пневматически на прочность давлением 1,1Р_{раб.} в течение 12 часов.

Наиболее ответственные участки трубо-

⁶ ГОСТ 12.3.002-2014 «Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности».

⁷ ГОСТ 25136-82 «Соединения трубопроводов. Методы испытаний на герметичность».

проводов, такие как переходы через реки, дороги и коммуникации, участки между охранными кранами, крановые узлы с прилегающими участками и т. д., подвергаются предварительному гидравлическому испытанию, проводимому в один или два этапа на давление 1,5 Рраб. – 1,25 Рраб. Проектом предусмотрено проведение предварительного испытания гидравлическим способом.

Полость трубопровода до испытания должна быть очищена от окалины, а также случайно попавших при строительстве внутрь трубопроводов грунта, воды и различных предметов.

Запасовка и извлечение средств очистки и диагностики в газопровод осуществляется через временные камеры пуска и приема средств очистки и диагностики, присоединяемые к испытываемому участку газопровода. Временные камеры запуска и приема СОД позволяют осуществить очистку трубопровода путем пропускания очистного поршня, внутритрубную профилометрию трубопровода с использованием профиломера для определения формы поперечного сечения, диагностику текущего состояния трубопровода и его антикоррозионного покрытия.

Очистка внутренней полости трубопровода производится продувкой с пропуском полиуретановых поршней под давлением воздуха, подаваемого в трубопровод с помощью генератора сжатого воздуха. Трубопроводы после укладки в траншею подвергаются промывке для удаления из полости трубы попавших при строительстве внутрь грунта, воды и различных предметов с пропуском очистного устройства для диаметров Ду200–500 и без пропускания очистного устройства для Ду50–150.

Проверка цилиндричности внутреннего сечения трубопровода осуществляется пропуском калибровочного диска диаметром 95 % от минимального внутреннего диаметра – самого узкого элемента в пределах обследуемого участка (тройник, отвод) с учётом его овальности. Очистные поршни и поршни с калибровочными дисками необходимо оборудовать устройствами обнаружения в случае их застревания. Поршни не должны иметь металлических частей, узлов и деталей, контактирующих с внутренним гладкост-

ным покрытием труб.

После проведения гидравлического испытания на прочность и проверки на герметичность, выполняют удаление воды из полости трубопровода сжатым воздухом с давлением от 1,1 до 1,5 МПа.

Результаты испытаний и удаления воды из трубопроводов отражают в актах.

В состав комплекта механизмов и оборудования по гидравлическому испытанию трубопровода входят: наполнительно-опрессовочный агрегат, инвентарные узлы подключения, трубоукладчики, сварочный агрегат, машина для резки фасок, центратор наружный и комплект оборудования мобильной связи.

В состав основных работ по гидравлическому испытанию трубопровода входят: подготовка к испытанию; наполнение трубопровода водой; подъем давления до испытательного; испытание на прочность; сброс давления до проектного рабочего; проверка на герметичность; сброс давления до 0,1–0,2 МПа (1–2 кгс/см²).

Наполнение трубопровода и поднятие давления до испытательного выполняется наполнительно-опрессовочным агрегатом.

Общее время выдержки участка трубопровода под испытательным давлением без учета времени циклов снижения давления и восстановления должно быть не менее 24 часов.

Во время наполнения трубопровода водой и подъема давления периодически производится осмотр испытываемого участка, выпуск воздуха через воздушные краны (при наполнении). Время выдержки участка под испытательным давлением должно быть не менее: до первого цикла снижения давления – 6 часов; между циклами снижения давления – 3; после ликвидации последнего дефекта или последнего цикла снижения давления – 3 часа.

Размеры охранной зоны, устанавливаемой на период проведения очистки и испытания трубопровода гидравлическим способом, приведены в табл. 1. [9].

Ориентировочный объем водопотребления при гидравлических испытаниях трубопроводов в рамках строительства объектов этапа 5 составит 28,36 тыс. м³. Перечень

участков, испытываемых гидравлическим способом, с указанием их протяженности, объемов водопотребления и сточных вод приведен в табл. 2.

Таблица 1. Размеры охранной зоны при очистке полости и испытании гидравлическим способом

Диаметр трубопровода, мм	Радиус основной зоны давления испытания менее 9,8 Мпа, м	
	В обе стороны от оси трубопровода	В направлении возможного отрыва заглушек от торца трубопровода
100 – 300	75	600
300 – 500	75	800
1000 – 1400	150	1500

Потребность в воде для гидравлического испытания газопровода предполагается покрывать путем подвозки автоцистернами емкостью 10 м³ из поверхностных источников.

Сброс воды после гидроиспытаний предусмотрен в земляные гидроизолированные амбары с последующим вывозом на канализационные очистные сооружения, размещаемые в составе комплексов ВЗиС. После очистки вода перевозится автотранспортом к точкам сброса в проектируемые канализационные коллекторы на площадках КОС при УКПГ-2 и терминала отгрузки конденсата в пос. Окунайский. Для сброса воды после гидравлических испытаний предусматривается монтаж емкости 5 м³ для приёма очищенных стоков со встроенным насосом (Q=16 м³/ч, H=16 м) и устройство врезки напорного трубопровода диаметром 89x4 от емкости в проектируемый канализационный коллектор. Строительство и ввод проектируемых канализационных коллекторов предусматривается до начала работ по гидравлическим испытаниям в сроки.

Земляной амбар разрабатывается одноковшовыми экскаваторами с укладкой разрабатанного грунта на бровку.

В качестве противофильтрационного экрана используется полиэтиленовая пленка. После окончания гидроиспытаний пленочный экран снимается, обратная засыпка земляного амбара производится бульдозером.

Гидравлические испытания трубопроводов предусмотрено выполнять при положительной температуре окружающего воздуха.

В случае необходимости проведения гид-

равлических испытаний в условиях отрицательных температур возможно применение незамерзающих жидкостей либо временных технологических укрытий.

Количество, конкретный набор и характеристики механизмов (марка, мощность) определяются подрядной организацией в рабочей инструкции в зависимости от имеющихся в наличии единиц техники, расчетных сроков и фактических условий производства работ. Проведение работ по испытанию трубопроводов должно быть ориентировано на максимальное сокращение продолжительности работ. Для ликвидации возможных аварийных ситуаций необходимо предусматривать резерв техники. Рекомендуется использовать дополнительно-опрессовочные агрегаты типа АНО-203.

Для вытеснения воды сжатым воздухом предусматривается использование компрессоров ПВ-10/8М1/СД-18/251, осушка внутренней полости трубопроводов воздухом с заполнением полости инертным газом (азотом) производится с использованием установки азотирования и передвижных компрессоров. Осушку полости трубопроводов проводят под руководством комиссии. Подрядчик разрабатывает специальную рабочую инструкцию по осушке полости трубопроводов. В специальной рабочей инструкции приводятся способы, параметры и последовательность выполнения работ по осушке полости трубопроводов, а также требования к технике безопасности и охране окружающей среды.

К инструкции прилагают документы: исполнительные профили участков, технологические схемы линейной части и узлов подключения; размещение оборудования осушки и положение запорной арматуры в процессе осушки на технологических схемах линейной части; таблицу точек контроля параметров осушки; свидетельства о поверках средств измерений, выданные метрологическими службами.

Результаты осушки и заполнения трубопроводов азотом отражают в актах.

Испытания трубопроводов производятся подключением мобильных высокопроизводительных компрессорных установок через крановые узлы.

Таблица 2. Перечень участков, испытываемых гидравлическим способом, с указанием их протяженности, объемов водопотребления и сточных вод

Наименование трубопровода	Длина испытываемого участка, м	Объем водопотребления, м ³	Объем сточных вод, м ³
Газопровод магистральный (МГ "Сила Сибири" на участке от УКПГ-2 с границей 250 м за УОК	2416	3699	3699
Газосборный коллектор			
∅426х22 и 57х5 мм, Р исп=1,25 Рраб	150	17,5	17,5
∅426х22 и 57х5 мм, Р исп=1,1 Рраб	12170	1417,7	1417,7
∅426х22 и 57х5 мм, Р исп=1,25 Рраб	95	11,1	11,1
∅426х22 и 57х5 мм, Р исп=1,25 Рраб	71	8,3	8,3

Оборудование для испытаний располагается за пределами опасной зоны. В качестве источника сжатого воздуха используются передвижные компрессорные установки ПВ-10/8М1/СД-18/251. МГ «Сила Сибири» испытываются пневматически на прочность давлением 1,1 Рраб. в течение 12 часов, после чего проводится проверка на герметичность давлением Рраб. в течение 12 часов.

В состав основных работ по пневматическому испытанию трубопровода входят: подготовка к испытанию; наполнение трубопровода воздухом; подъем давления до давления 0,3 от испытательного на прочность, но не выше 2 МПа (20 кгс/см²); осмотр трубопровода; повышение давления до р.исп. = 1,1 Рраб; испытание на прочность; сброс давления до проектного рабочего; проверка на герметичность.

Изменение давления в трубопроводе при пневматическом испытании на прочность и проверке на герметичность должно быть плавным со скоростью не более 0,3 МПа. Трубопроводы считаются выдержавшими испытание на прочность и проверку на герметичность, если за время их испытания на прочность они не разрушились, а при проверке на герметичность давление осталось неизменным, и не были обнаружены утечки.

При проверке на герметичность следует учитывать колебания давления, вызванные изменением температуры в трубопроводах. При разрыве или обнаружении утечек участки трубопроводов подлежат ремонту и повторному испытанию на прочность и проверку на герметичность.

Если при осмотре трассы или в процессе подъема давления будет обнаружена утечка, то подачу воздуха в трубопровод следует немедленно прекратить, после чего должна

быть установлена возможность и целесообразность дальнейшего проведения испытаний или необходимость перепуска воздуха в соседний участок.

Сброс давления после испытания на герметичность производится в соседний участок, а на последнем испытываемом участке – в атмосферу.

Технология очистки полости и испытания трубопроводов уточняется при разработке проекта производства работ, выполняемого подрядной организацией [10].

Проанализировав всю вышеизложенную информацию можно сделать вывод: управление строительством объекта представляет сложную задачу, от выполнения которой зависят сроки выполнения проекта, безопасность объекта и срок его эксплуатации. Планирование строительных работ на всех этапах проводится на основании опыта, знания технологий с использованием современных компьютерных средств. В управлении строительством есть свои закономерности. К ним можно отнести: целенаправленность управления, оптимальность, управляемость, соотношение управленческого персонала и рабочих.

Для целенаправленного управления необходимо:

- 1) определить цель управления, средства и методы ее достижения;
- 2) четко сформулировать цель управления, для ее понимания персоналом;
- 3) мотивировать рабочих на желание активно работать для достижения цели.

В процессе управления строительством всегда пытаются достичь оптимального варианта, т.е. достижение результата должно быть осуществлено с минимальными издержками материальных и трудовых ресурсов.

Список источников

1. Юфин В. А. Трубопроводный транспорт нефти и газа. Москва: Недра, 1978.
2. Медведева М. Л. Коррозия и защита магистральных трубопроводов и резервуаров. М.: Российский государственный университет (РГУ) нефти и газа имени И. М. Губкина, 2013.
3. Мустафин Ф. М. Контроль качества изоляционно-укладочных работ при строительстве трубопроводов. М.: Уфа: УГНТУ, 2001.
4. Мороз А. П. Газоперекачивающие агрегаты и обслуживание компрессорных станций. Москва: Недра, 1979.
5. Демченко В. Г. Магистральные трубопроводы. Надежность. Условия работы и разрушений. Москва: Недра, 2018.
6. Алиев Р. А., Березин И. В., Шишкин И. Г. Переходы трубопроводов. Москва: МИНГ, 1983 .
7. Одельский Э. Х. Гидравлический расчет трубопроводов разного назначения. Минск: Белорусский политехнический институт, 1991.
8. Шумайлов А. С., Гумеров А. Г., Молдаванов О. И. Диагностика магистральных трубопроводов. М.: Недра, 1992.
9. Козаченко А. Н. Эксплуатация компрессорных станций магистрального трубопровода. Москва: Нефть и газ, 1999 .
10. Бармин В. И., Белецкий Б. Ф., Габеляя Р. Д. Технологическое проектирование, строительство магистральных трубопроводов. М.: Недра, 1992.

Информация об авторах / Information about the Authors

Никита Александрович Задерейчук,
магистрант группы УСТм-20-1,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
кафедра экспертизы и управления недвижимостью,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
zadereychuk.nikita@mail.ru

Nikita A. Zadereychuk,
Undergraduate,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Department of Expertise and Real Estate Management
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074,
Russian Federation,
zadereychuk.nikita@mail.ru

Ольга Владимировна Литвинова,
кандидат экономических наук,
доцент кафедры экспертизы и управления
недвижимостью,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
olga.66.08@inbox.ru

Olga V. Litvinova,
Cand. Sci. (Economics),
Associate Professor of Expertise and Real Estate
Management Department,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074,
Russian Federation,
olga.66.08@inbox.ru