



Столыпинский
вестник

Научная статья

Original article

УДК 62

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ПОДВОДНОГО ТРУБОПРОВОДА В УСЛОВИЯХ РОССИЙСКОГО ШЕЛЬФА

DESIGN FEATURES OF AN UNDERWATER PIPELINE IN THE CONDITIONS OF THE RUSSIAN SHELF

Болотников Дмитрий Андреевич, студент, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова», г.Архангельск.

Bolotnikov Dmitry Andreevich, student, the Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk.

Аннотация: Сегодня в России в разработке задействовано более 75% разведанных наземных месторождений нефти и газа, а их запасы добыты не менее чем наполовину. Новых открытых месторождений становится все меньше и меньше, а их ресурсы в несколько раз меньше, чем 20-30 лет назад. Открытые, но не разрабатываемые морские месторождения, напротив, классифицируются как крупные или даже гигантские. Поэтому перед российскими нефтегазовыми компаниями стоит задача в ближайшее время резко активизировать свою деятельность на шельфе.

Abstract: Today in Russia, more than 75% of the explored onshore oil and gas fields are involved in development, and at least half of their reserves have been

extracted. There are fewer and fewer new discovered deposits, and their resources are several times less than 20-30 years ago. Open, but not developed offshore deposits, on the contrary, are classified as large or even gigantic. Therefore, Russian oil and gas companies face the task of dramatically intensifying their activities on the shelf in the near future.

Ключевые слова: подводный трубопровод, российский шельф, наземные месторождения нефти и газа, ресурсы, российские нефтегазовые компании.

Keywords: underwater pipeline, Russian shelf, onshore oil and gas fields, resources, Russian oil and gas companies.

В настоящее время Россия, обладающая богатейшим углеводородами шельфом, практически не имеет морской нефтегазодобывающей промышленности, в то время как удельный вес морской нефти и газа в мире достигает 40 % от общей добычи.

При разработке морских месторождений одним из основных вопросов является выбор способа транспортировки добываемой продукции. Сегодня углеводороды транспортируются либо танкером, либо по трубопроводу. По нескольким причинам предпочтение отдается трубопроводам: морской трубопровод, в отличие от танкера, позволяет бесперебойно доставлять углеводороды на берег независимо от погодных условий, и, кроме того, аварии на судах более опасны, чем на трубопроводах.

Освоение морских месторождений требует сооружения разветвленной трубопроводной сети, включая системы нефтегазосбора, обратной закачки жидкостей в нефтегазоносные пласты, транспортировки сырья от месторождения к береговым сооружениям, в сложных гидрометеорологических условиях.

Сложность условий строительства в Арктике определяет необходимость поиска новых технологий по сооружению морских трубопроводов.

По каждому району строительства необходимо вести дифференцированную оценку условий строительства, тщательно подбирать технологии и технические средства прокладки трубопровода, предусматривать возможные критические условия эксплуатации объекта.

Расположение шельфа определяет внешние условия, при которых осуществляется монтаж и эксплуатация подводных трубопроводов. Более того, их влияние различается в зависимости от выполняемой работы. Эти условия определяют выбор материалов и конструкцию трубопровода, технологические схемы и методы строительства, машин и механизмов. Значительные различия в условиях отдельных участков шельфа требуют индивидуального подхода к оценке их влияния на строительство.

При строительстве и эксплуатации арктических подводных трубопроводов существует ряд уникальных факторов, которые отличаются от обычных подводных трубопроводов, эксплуатируемых в условиях открытой воды, которые будут описаны ниже.

Морской лед в Арктике движим ветрами и течениями и имеет тенденцию превращаться в горные хребты. В основном это происходит во время замерзания осенью и ледохода весной, когда ледяной покров плавает. Эти ледяные хребты имеют подводные кили, которые движутся вместе с ледяным покровом. В других регионах ледниковый лед в виде айсберга может иметь подводную часть, превышающую 100 м. Иногда такой киль проникает в воду, глубина которой меньше осадки килля, и оставляет борозды на морском дне.

Наиболее распространенный способ для защиты трубопроводов от повреждения ледяным килем в условиях ледяной выемки производится заделка траншеи на выбранную глубину ниже уровня морского дна.

Одним из самых распространенных методов строительства ППМН является траншейный метод. Он включает в себя подводную разработку траншеи специальной землеройной техникой (земснаряды, грунтососы, гидромониторы, скреперы и т. д.) и одновременно с этим подготовку дюкера

(дюкер - часть магистральной трубы, проходящая через водную преграду, изолированная, обернутая футеровочной рейкой и утяжеленная пригрузами). Применяются три основных метода укладки трубопровода в подводные траншеи: протягивание по дну; погружение с поверхности воды трубопровода полной длины и укладка с плавучих средств и опор.

Трубопровод, лежащий на морском дне, может не выдержать взаимодействия с ледяным килем. Как правило, требуется рытье траншеи ниже прогнозируемого уровня выемки морского дна. Когда ледяной киль соприкасается с любой точкой морского дна на уровне дна кия, вертикальные и боковые усилия начинают воздействовать на грунт. Это приводит к вертикальному и боковому смещению грунта ниже глубины кия, которое обычно называют «деформацией под траншеей» морского дна. Эта деформация может спровоцировать воздействие усилия на корпусе трубы и приводят к деформации трубопровода. Конфигурация трубопровода после строжки и деформации при изгибе зависит от свойств трубопровода, характеристик грунта, расчетной глубины ледохода и глубины расположения трубопровода под морским дном.

Чтобы уменьшить деформацию трубопровода до допустимых пределов, его необходимо разместить в траншее на достаточной глубине ниже ледяного кия. Если трубопровод расположен ниже зоны значительного перемещения грунта, он будет находиться под повышенным давлением, но с небольшими деформациями при изгибе ввиду относительно небольшого перемещения грунта. Если трубопровод расположен в зоне значительного перемещения грунта, он может подвергнуться чрезмерной пластической деформации. Поэтому необходимо провести оценку и рассчитать смещение грунта на глубине прокладки трубопровода под воздействием ледяной выемки, а также возникающей в результате этого деформации при изгибе.

В настоящее время широкое распространение получили бестраншейные методы строительства подводных переходов магистральных

трубопроводов: наклонно-направленное бурение, микротоннелирование, тоннелирование, вантовые и др.

В качестве специальных мер обеспечения безопасности можно указать следующие:

1. установка вдоль трассы МТ охранных зон (на расстояние до 500 м от оси трубопровода) с особым режимом мореплавания и хозяйственной деятельности, определяемым на федеральном уровне;

2. обеспечение защиты МТ от коррозии, в значительной степени определяющей его надежность и безопасность, на весь срок его эксплуатации и только комплексно (наружным и внутренним покрытием и средствами катодной защиты);

3. использование в конструкции МТ изолирующих соединений с системой защиты от коррозии (фланец или муфта) от сухопутных участков;

4. учет при проектировании МТ всех возможных воздействий на трубопровод, которые могут потребовать дополнительной защиты, а именно:

-возникновение и распространение растрескивания или смятия труб и сварных швов в процессе монтажа или эксплуатации;

-потеря механических свойств трубной стали;

-недопустимо большие пролеты трубопровода на дне;

-эрозия морского дна;

-удары по трубопроводу якорями судов или рыболовецких тралов;

-нарушение технологического режима транспортировки газа.

При использовании бестраншейных технологий строительства подводных переходов отсутствуют недостатки традиционных методов, уменьшается неблагоприятное воздействие на окружающую среду, в том числе гидрологию водоемов, повышается надежность трубопровода.

Вечномерзлые почвы распространены в арктических регионах Российской Федерации. Распространение вечной мерзлоты может быть непрерывным на глубину сотен метров от поверхности или прерывистым в виде отдельных линз. Вечная мерзлота очень чувствительна к перепадам

температур. Во время эксплуатации трубопровода под воздействием высокой температуры перекачиваемого продукта окружающая почва нагревается, и в результате начинает таять вечная мерзлота. Вечномерзлые грунты, которые раньше были надежным дном, за несколько летних сезонов превращаются в слякоть. Эти трубопроводы могут выходить на поверхность и может произойти их поперечное смещение и деформация.

В случае эксплуатации подводного трубопровода при температуре (и давлении) выше температуры строительства трубопровода может произойти тепловое расширение трубопровода. Поскольку трубопровод, проложенный в траншее, ограничен со всех сторон окружающей почвой, возникает осевая сила сжатия. Если подземный трубопровод имеет остаточную вертикальную деформацию, например, вызванную шероховатой поверхностью дна траншеи, образовавшейся во время строительства, осевая сила вызовет поворот трубопровода в вертикальной плоскости. Это возможно в том случае, если вертикальная сила, вызванная изгибом трубы, превышает направленную вниз силу, а именно собственный вес трубы в погруженном состоянии, сила сопротивления вышележащего грунта.

Это явление характерно для подводных трубопроводов. Несмотря на то, что это явление не является уникальным для арктических условий, трубопроводы в Арктике обычно прокладываются при более низкой температуре окружающей среды и, следовательно, подвергаются большим колебаниям температуры во время эксплуатации. Кроме того, выпуклость вечномерзлого грунта может вызвать локальную деформацию трубопровода, что в дальнейшем может привести к изгибу трубопровода при подъеме.

Для обеспечения безопасности транспортировки углеводородов и снижения риска при проектировании и сооружении подводных трубопроводов используются самые современные достижения в области их строительства, повышенные требования промышленной безопасности, высококачественные трубы, сварочные и изоляционные материалы, системы контроля и т.д. Данное обстоятельство объективно создает условия для повышения надежности и

безопасности МТ, что подтверждается отсутствием аварий на всех МТ, введенных в эксплуатацию в нашей стране. Тем не менее, аварийность на морских трубопроводах является реальным фактом и должна учитываться при проектировании, строительстве и эксплуатации каждого МТ.

Заключение: в целом строительство морских трубопроводов в Арктическом регионе требует решения ряда задач, в том числе технических, технологических и организационных, которые связаны со значительными трудностями, вызванными природными условиями, удаленностью от промышленно развитых районов, отсутствием развитой инфраструктуры и строгими экологическими требованиями.

Литература:

1. Золотухин А.Б. и др. Основы разработки шельфовых нефтегазовых месторождений и строительство морских сооружений в Арктике
2. СП 36.13330.2012 Магистральные трубопроводы. - Введ. 2013-07-01. - ТК 465 "Строительство", 2013 – 109 с.
3. СТН 0147323.020-88. Проектирование нефтепромысловых трубопроводов, прокладываемых в условиях распространения вечномёрзлых грунтов; введ. 01.07.88. -Тюмень: Гипротюменнефтегаз, 1988 - 81 с.

Literature:

1. Zolotukhin A.B. et al. Fundamentals of offshore oil and gas fields development and construction of offshore structures in the Arctic
2. SP 36.13330.2012 Trunk pipelines. - Introduction. 2013-07-01. - TC 465 "Construction", 2013 – 109 p.
3. STN 0147323.020-88. Design of oilfield pipelines laid under conditions of permafrost soil propagation; introduction. 01.07.88. -Tyumen: Giprotymenneftegaz, 1988 - 81 p.

© Болотников Д.А., Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник», номер 3/2022.

Для цитирования: Болотников Д.А. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ПОДВОДНОГО ТРУБОПРОВОДА В УСЛОВИЯХ РОССИЙСКОГО ШЕЛЬФА // Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник», номер 3/2022.