

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЗАКРЫТОЙ ПРОКЛАДКИ ГАЗОПРОВОДОВ ПРИ ПЕРЕСЕЧЕНИИ ВОДНЫХ ПРЕГРАД. ПРЕИМУЩЕСТВА МЕТОДА НАКЛОННО - НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ В СРАВНЕНИИ С ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ ПРОКЛАДКИ

Капитонов Сергей Александрович

магистрант, Санкт - Петербургский государственный архитектурно - строительный университет, РФ, г. Санкт - Петербург

Стучилин Александр Андреевич

магистрант, Санкт - Петербургский государственный архитектурно - строительный университет, РФ, г. Санкт - Петербург

ANALYSIS OF METHODS FOR CLOSED LAYING OF GAS PIPELINES WHEN CROSSING WATER BARRIERS. ADVANTAGES OF INCLINED - DIRECTIONAL DRILLING METHOD IN COMPARISON WITH OPEN LAYING METHOD

Sergey Kapitonov

Graduate student, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Russia, Saint Petersburg

Aleksandr Stuchilin

Graduate student, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Russia, Saint Petersburg

Аннотация. Рассмотрены различные методы закрытой прокладки газопроводов, в том числе при пересечении водных преград. Проанализированы основные преимущества и недостатки закрытой прокладки газопроводов. Выполнено сравнение метода наклонно - направленного бурения с открытым способом прокладки газопроводов, в том числе при пересечении водных преград.

Abstract. Various methods of closed laying of gas pipelines are considered, including when crossing water barriers. The main advantages and disadvantages of the closed laying of gas pipelines are analyzed. Comparison of the method of directional drilling with the open method of laying gas pipelines, including when crossing water barriers.

Ключевые слова: газопровод, продавливание, наклонно - направленное бурение, водная преграда, берегоукрепление, скважина, бурение.

Keywords: gas pipeline, punching, directional drilling, water barrier, bank protection, well, drilling.

Для транспортировки нефти и газа в центральные и западные районы России сооружаются газопроводы большой длины. Трубопроводы такой протяженности проходят через большое количество различных преград: в том числе и водных - рек, водохранилищ, озер, глубоких болот, сложенных слабыми грунтами.

Укладывают подводные трубопроводы на различной, по отношению к горизонту воды, глубине: от нескольких метров до десятков и изредка сотен метров. Трубопроводы из-за опасности их повреждения якорями судов, волокушами и подводными течениями редко укладывают непосредственно на дно реки, преимущественно их заглубляют в дно, обычно в среднем на один метр по отношению к верхней образующей трубопровода.

Подводные газопроводы работают под давлением газа внутри и воздействием окружающей среды снаружи, которое проявляется в виде: течения, волнение воды, лед поверхностный, донный, изменение дна водоемов, наружное давление воды при укладке на больших глубинах, механические воздействия в виде якорей, волокуш и других предметов, опускаемых на дно водоемов. Подводные переходы магистральных трубопроводов являются наиболее ответственными участками линейной части, к надежности их предъявляют повышенные требования. Ремонт переходов через водные преграды зачастую являет собой задачу гораздо более трудоемкую, нежели строительные-монтажные работы по укладке нового перехода через водную преграду. В ходе выполнения комплекса работ по проектированию и строительству переходов необходимо решать задачу создания подводных газопроводов, которые могли бы функционировать в нормальном режиме без необходимости выполнения ремонтных работ в течении в течении 40 - 50 лет. Исключительно в этом случае средства и затраты, вкладываемые в строительство, можно считать оправданными, а водоемы - защищенными от возможного попадания в них вредных для флоры и фауны продуктов.

За последние годы в отечественной и зарубежной практике сооружения подземных и подводных переходов трубопроводов различного назначения произошел существенный прогресс. Наибольшее распространение получили методы бестраншейной прокладки трубопроводов.

Анализ существующих видов способов бестраншейной прокладки. Существует множество методов прокладки трубопроводов через естественные и искусственные препятствия и конструкции. Выбор метода строительства таких переходов и конкретного метода (или конструкции) в каждом конкретном случае должен основываться на рассмотрении совокупности условий прохождения и требований к переходу - технических, экономических, экологических. Выбор закрытого метода монтажа газопроводов зависит от нескольких факторов, основными из которых являются протяженность и диаметр газопровода, физико-механических свойств и гидрогеологических свойства грунтов, в которых предполагается строительство.

Также на решение по определению метода прокладки влияет обеспеченность строительной-монтажной организации необходимой техникой и оборудованием: трубопрокалывающими, продавливающими и бурильными агрегатами. При закрытом способе прокладки кожухов (футляров) применяют три основных метода проходки: прокол, горизонтальное бурение и продавливание. На сложных участках могут применяться следующие методы: наклонно-направленное бурение, микротоннелирование, тоннельная проходка.

Выполнение монтажных работ методом прокола рекомендуется использовать для прокладки газопроводов небольших диаметров (около 400-500 мм) в глинистых и суглинистых (связных) грунтах. Определенный потолок диаметра монтируемых газопроводов обусловлен тем, что при использовании данного способа весь массив грунта прокалывают трубой, оборудованной наконечником, без удаления пройденного грунта из скважины, вследствие чего для выполнения прокола прилагаются большие усилия. С этим связано то, что длина монтируемого участка методом прокола не должна превышать 60—80 м.

Метод продавливания с извлечением из газопровода пройденного грунта или керна возможно использовать практически в любых грунтах I—IV групп. Данный способ используется для труб диаметром 800—1720 мм при длине монтируемого участка до 100 м.

Горизонтально - направленное бурение предполагает опережающую разработку грунта с устройством скважины большего диаметра, чем монтируемый газопровод. Данным методом возможно прокладывать подземные переходы газопроводов диаметром до 1720 мм протяженностью 70- 80 м. Однако следует отметить, что данный метод недостаточно эффективен в обводненных и сыпучих грунтах.

Щитовой и штольневый способы используются при необходимости выполнения переходов газопроводов, коллекторов и тоннелей значительных диаметров и длины.

Суть любого из бестраншейных(закрытых) способов монтажа газопроводов заключается в следующем: вначале по обе стороны от предполагаемого к пересечению препятствия вскрывают рабочий и приемный котлованы, а затем устанавливают соответствующие механизированные установки.

Размеры рабочего котлована определяют в соответствии с диаметром монтируемого газопровода, проектной глубины заложения и конструкции направляющей рамы.

Основным оборудованием, используемым при проколе и продавливании, являются направляющие рамы, гидравлические домкраты, нажимные патрубки, шомполы, наконечники, грунтозаборные ковши, пневмо-пробойники, насосы, компрессоры и т.п., а при горизонтальном бурении - установки, включающие двигатели внутреннего сгорания, шнеки, режущие головки и др.

Метод горизонтально - направленного бурения применяется для осуществления выработки для закрытой прокладки газопроводов практически любых диаметров и с значительно меньшими усилиями, чем при проколе или продавливании. Единственной проблемой является вопрос удаления грунта из пройденной скважины.

Процесс бурения и протяжки плетей газопровода в скважину может выполняться как по отдельности, так и быть совмещенным. В первом случае перед прокладкой газопровода проходят пилотную скважину, затем ее расширяют, а после удаления из нее бурового инструмента, протягивают газопровод. При совмещенном способе - газопровод протягивают одновременно с продвижением бурового инструмента через скважину.

Для протяжки газопроводов путём горизонтально - направленного бурения используют бурильно-шнековые установки с циклическим или непрерывным удалением грунта из забоя, оснащенные набором сменного оборудования для прокладки труб путем их последовательного наращивания в скважине звеньями.

Рекомендуемые способы бестраншейной прокладки трубопровода представлены в таблице.

Остановимся более подробно на области применения метода наклонно - направленного бурения (далее - ННБ). Чаще всего этот метод применяется при пересечении водоемов (рек, каналов, озер, болот) как альтернатива траншейной или воздушной прокладке.

Таблица.

Рекомендуемые способы бестраншейной прокладки трубопровода

Способ	Трубопровод		Наилучшие условия применения	Скорость проходки м/ч	Необходимое усилие вдавливания	Ограничения применения
	Диаметр, мм	Длина, м				
Прокол механический с помощью домкратов	50-500	80	Песчаные и глинистые без твердых включений	3-6	148-2450	В скалистых грунтах, наличие воды и м...
Гидропрокол	100-200	30-40	Песчаные и супесчаные	1,6-14	250-1600	Способ применения в присутствии воды и м...

	400-500	20				пulpы
Вибропрокол	500	60	Несвязные песчаные, супесчаные и пльвуны	3,5-8	5-7,5	В твёрдых грунтах применя
Грунтопрокалывате лями	89-108	50-60	Глинистые	2,5-2	-	В твёрдых грунтах применя
Пневмопробойника ми	300-400	40-50	Мягкие грунты до III группы	30-40(без расширителя)	0,75-25	В грунтах повыше водонас малым с применя
Продавливание	400-2000	70-80	В грунтах I- III групп	0,2-1,5	4500	В пльву способ в твёрдых применя максима диаметр
Горизонтальное бурение	325-1720	40-70	В песчаных и глинистых грунтах	1,5-1,9	-	При нал грунтов применя

При пересечении дорог традиционно еще используются бестраншейные методы прокола и продавливания, однако они имеют ограничения по длине (не более 100-150 м). При пересечении широких дорог применяется метод ННБ. За рубежом все чаще методом ННБ сооружаются участки трубопроводов, проходящие через экологически уязвимые природные зоны, жилые зоны, парки и другие участки, прокладка траншей по которым явилась бы болезненным вмешательством. Очевидно, что по своей области применения метод ННБ конкурирует прежде всего с траншейным методом прокладки, поэтому преимущества и недостатки метода ННБ мы рассмотрим в сравнении именно с траншейным методом прокладки переходов. К основным преимуществам метода можно отнести следующие:

- Большой запас надежности эксплуатируемого объекта. Газопровод, протянутый в скважину, располагается в массиве ненарушенного грунта на проектной глубине - ниже уровня русловых деформаций. При этом просадки, всплывания и другие смещения и изменения расположения газопровода относительно проектных отметок невозможны. В отличие от этого подводные переходы, смонтированные открытым способом, которые не подверглись в период эксплуатации изменению проектных отметок в связи с геологическими процессами, к сожалению, в бывшем СССР являются скорее исключением, нежели правилом.
- Снижение затрат на эксплуатацию. При закрытом способе прокладки отпадает необходимость в выполнении приборных обследований с применением водолазов и подводной техники, исключается необходимость выполнения мероприятий по устранению размывов и обустройству берегоукрепляющих конструкций. Согласно анализу, именно размывы являются основной проблемой эксплуатирующих организаций, при обслуживании газопроводов, проложенных открытым способом через водные преграды. На выполнение

обслуживания и мероприятий по восстановлению целостности берегоукреплений расходы увеличиваются с каждым годом.

- Уменьшение срока выполнения строительно-монтажных работ (далее СМР). Так, при открытом способе прокладки газопровода через водную преграду, диаметром 1020 мм и длиной 800 м, период СМР, включающий организационные мероприятия, составляет примерно 8 – 9 месяцев, а непосредственно работы по прокладке газопровода через водную преграду, включая подводно-технические работы – около 3-4 месяцев (в зависимости от диаметра газопровода и длины пересекаемой преграды). При прокладке такого же перехода методом ННБ общий срок строительства составит 3-4 месяца, а собственно бурение и протаскивание – 2-4 недели.
- Круглогодичный цикл производства строительно-монтажных работ. В связи с маленьким объемом земляных работ график строительства практически не зависит от времени года. При открытом способе прокладки газопровода график производства работ напрямую зависит от ледового режима, периода половодья, от режима судоходства, а для водохранилищ – от режима изменения уровня воды. При наклонно-направленном бурении, как правило, строительные площадки располагаются на определенном возвышении, достаточном, чтобы не зависеть от колебаний уровня воды или наличия ледового покрова. В связи с этим, не создается никаких помех судоходству.
- Экологическая чистота строительства. Водоем и его берега практически не затрагиваются в период активной фазы строительства. Не изменяется естественный ландшафт, не угнетается флора и фауна водоемов и водохранилищ. В последнее время это преимущество становится все более и более важным, и в некоторых областях и регионах России местные природоохранные органы попросту не согласовывают производство земляных работ в водоохраных зонах. При открытом методе прокладки заиливание воды в ходе производства работ негативно сказывается на популяции рыб, изменение геометрии берегов приводит к необходимости выполнения берегоукрепительных мероприятий, изменяющих природный ландшафт в худшую сторону, а объемы срезов и перемещений грунта составляют сотни тысяч, а иногда и миллионы кубометров.

Что же касается технических ограничений в использовании способа наклонно - направленного бурения, то следует обратить внимание на следующие факторы:

- 1) Ограничения, связанные с геологическими условиями. Предпочтительными для использования способа наклонно - направленного бурения являются связные однородные грунты – суглинки, супеси, алевриты. Гораздо проблематичнее выполнять работы по бурению в плотных глинах, водонасыщенных песках, однородных скальных породах. Наибольшую сложность для бурения представляют грунты с большим содержанием гравия (более 30%) а также грунты, содержащие булыжники и валуны. Весьма рискованным является также бурение в зоне водоносных пластов.
- 2) Ограничения по максимальной длине и диаметру перехода. Эти ограничения связаны в первую очередь с техническими характеристиками применяемых при производстве строительно-монтажных работ буровых установок. Исходя из практики, буровые установки с тяговым усилием 300 тонн способны выполнить протягивание плетей газопровода длиной до 1800 м при диаметре 250 мм, до 1200 м при диаметре 1020 мм и; и до 900 м при диаметре 1420 мм. Кроме рисков, возникающих при протягивании, с увеличением протяженности и диаметра пробуренной скважины повышаются риски деформации скважины в процессе расширения. Также следует отметить, что от протяженности скважины зависит погрешность при задании направления пилотной скважины.
- 3) Ограничения по погодным условиям. Жестких ограничений для производства работ по наклонно - направленному бурению по погодным условиям нет, но при отрицательной температуре окружающего воздуха следует выполнять серьезный комплекс мероприятий по защите технологической воды и бурового раствора от замерзания – выполнение укрытий, теплоизоляция технологических трубопроводов.
- 4) Ограничение по геометрическим параметрам скважины. Угол изгиба скважины должен

позволять выполнить протягивание плети газопровода без изломов и заклиниваний. По принятым нормам, радиус изгиба пилотной скважины допускается не менее 1200 диаметров газопровода. Существуют также некоторые ограничения по углам входа и выхода скважины, разности высот входа и выхода, и некоторые другие, но они не являются критичными, а связаны с техническими характеристиками выбранного бурового оборудования.

В настоящее время рекомендуется осуществлять строительство подводных переходов бестраншейным способом, т. к. он является наиболее экономичным и экологически безопасным. Но в силу ограниченности технических возможностей этот способ применим только при строительстве подводных переходов через водные преграды шириной не более 1,5 – 2 км. Если же ширина преграды превышает эти значения, то рекомендуется осуществлять укладку подводного трубопровода в траншею методом протаскивания, или, при соответствующем обосновании, другим традиционным методом.

Список литературы:

1. СП 42-101-2003 «Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб», М., 2003
2. СП 42-103-2003 «Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов», М., 2003
3. СП 341.1325800.2017 «Подземные инженерные коммуникации. Прокладка горизонтальным направленным бурением», М., 2018