

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗОГНУТЫХ ТРУБ ПОЗВОЛЯЕТ УМЕНЬШИТЬ РАДИУС ИЗГИБА ПРОКЛАДЫВАЕМОЙ ПЛЕТИ ТРУБ. СООТВЕТСТВЕННО СНИЖАЮТСЯ ЗАТРАТЫ НА МАТЕРИАЛЫ, ТРУДОЗАТРАТЫ, СРОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ, КРОМЕ ТОГО ПЛЕТЬ СОСТАВЛЕННАЯ ИЗ КРИВЫХ ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ ЖЕСТКУЮ АРОЧНУЮ КОНСТРУКЦИЮ, КОТОРАЯ НИКОГДА НЕ ПРОВАЛИТСЯ И НЕ ВСПЛЫВЕТ.

Г.А. Селезнев, генеральный директор; И.Н. Шульга, главный инженер;
ООО «ПодземБурСтрой», г. Челябинск

МЕТОД КРИВЫХ

Использование предварительно изогнутых труб при строительстве и капитальном ремонте подводных переходов бестраншейным методом

В настоящее время около 80% всех аварийных ситуаций на магистральных газопроводах возникает в результате размыва грунта вокруг труб на подводных переходах и образования оголенных участков газопровода, подвергающихся силовому воздействию потока и лишь 20% – приходится на коррозию и механические повреждения, не выявленные в процессе строительства.

Поэтому для магистрального транспорта проблемы обеспечения эксплуатационной надежности подводных переходов имеют особую актуальность, так как отказы и аварии на них по своим экономическим и экологическим последствиям значительно превосходят аналогичные на суше. В то же время существует тенденция к повышению вероятно-

сти отказов переходов и увеличению объемов ремонтно-восстановительных работ, что связано с достижением значительной части подводных газопроводов возраста 30 лет.



Методы прокладки подводных переходов трубопроводов

Сегодня в мире существует три основных способа укладки трубопроводов под водными препятствиями:

- Траншейный способ. Самый старый традиционный метод укладки трубопровода, который включает в себя укладку трубопровода на дно реки с помощью экскаватора и пригрузов. Укладка трубопровода открытым способом с помощью гидроразмыва и водолазов. Другие традиционные способы;
- Горизонтальное направленное бурение;
- Тоннелирование или микротоннелирование, с обустройством стартовых и приемных шахт. Или, например, метод Rip-Трастер, разработанный компанией «Херенкнехт АГ». Суть этого метода в укладке непрерывно сваренной трубы с помощью прессы и микротоннельного комплекса под водным препятствием с радиусом естественного изгиба.

Разработанный инженерами ООО «Подзембурстрой» «Метод кривых» представляет собой симбиоз метода горизонтального направленного бурения и микротоннелирования с применением предварительно изогнутых труб при бестраншейном способе укладки трубопроводов.

История «Метода кривых»

«Метод кривых» имеет достаточно продолжительную историю по меркам развития бестраншейных технологий в отечественной практике. Впервые в мире он был применен специалистами компании ООО «Подзембурстрой» (г. Челябинск) в 2006 г. при бестраншейной замене газопровода диаметром 1020 мм на 110-м километре трассы Игрим-Серов под р. Малая Сосьва. Протяженность перехода тогда составила 124 м. В роли заказчика выступило ООО «Тюменьтрансгаз» (в настоящее время – ООО «Газпромтрансгаз – Югорск»). Строительство перехода было завершено 04.09.2006 г., а уже 28.10.2006 г. трубопровод ввели в эксплуатацию. Сегодня он продолжает успешно выполнять свои функции.

Успех челябинских строителей был достаточно подробно представлен в самых различных СМИ, но в то время основной упор был сделан на экологической эффективности использования предварительно изогнутых труб и вытекающий отсюда перспективности применения «Метода кривых».

Началом для разработки усовершенствованного метода послужил заказ российской фирмы «Мосстройтрансгаз» в связи с выносом газовых сетей Москва – Санкт-Петербург в г. Химки, Московская область, проходящего под каналом им. Москвы, стальным трубопроводом диаметром 1220 мм. Ширина канала в зоне строительства составляет 96 м. В виду плотной застройки территории с одной стороны реки и охраня-

емой лесопарковой зоны с другой общая площадь, доступная под строительство, составила 22x100 м.

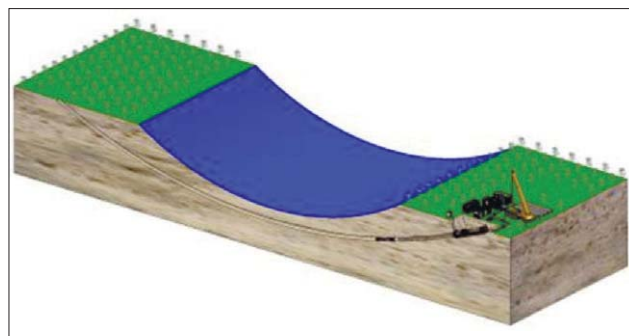
В связи с большими ограничениями по месту для размещения стройплощадки и важностью водного объекта все хорошо известные решения имели существенные недостатки применительно к конкретным условиям строительства. Таким образом, «Метод кривых» был определен как наиболее эффективный при решении данной задачи.

Протяженность двух ниток составила 186 м каждая.

В августе 2015 г. были успешно выполнены работы «методом кривых» по укладке магистрального газопровода через р. Уса из стальной трубы диаметром 1220 мм на объекте «Магистральный газопровод Уренгой-Петровск». Буровые работы и укладка русловой части были выполнены в течение 6 дней. В данном случае протяженность перехода составила 123 м. Первоначально проектом предусматривались подводно-технические работы участка протяженностью 321 м.

Применение «метода кривых» позволило достичь существенного экономического эффекта.

Новизна «Метода кривых»



Суть метода состоит в использовании «кривых» труб, что позволяет значительно уменьшить радиус изгиба прокладываемой плети трубопровода. Радиус естественного изгиба трубы, в зоне упругой деформации, считается равным 1200 диаметру трубы. Например, труба $\varnothing 1220$ мм – радиус изгиба равен $1200 \times 1220 \text{ м} = 1464 \text{ м}$. Если мы составим трубопровод из 3-х градусных кривых того же диаметра, то мы получим радиус изгиба плети всего 222 м. Таким образом, используя 3-х градусные кривые в строительстве подводных переходов, мы имеем возможность сократить длину перехода в 6,7 раза. Соответственно снижаются затраты на материалы, трудозатраты, срок выполнения работ, кроме того плеть составленная из кривых представляет собой жесткую арочную конструкцию, подобную перевернутому арочному мосту, которая никогда не провалится и не всплывет, то есть отпадает необходимость в гидропригрузах.

Отличительной особенностью новой технологии бес-траншейного способа прокладки является одновременное бурение скважины и укладка в пробуренный участок нового трубопровода. Бурение скважины требуемых размеров (за один рабочий шаг) и укладка трубопровода (из предварительно изогнутых под необходимым градусом отводов) путем его задавливания в пробуренный участок проводятся с помощью уникального специального оборудования (микротоннельного щита и установки задавливания изогнутых труб).

Принципиальным отличием технологии «Метода кривых» от других бес-траншейных способов прокладки является то, что трубопровод, составленный из кривых отводов холодного гнутья, представляет собой жесткую арочную вогнутую конструкцию, которая может быть заглублена на русловом участке практически на любую глубину, исключая последующие внешние воздействия на подводный трубопровод любых прогнозируемых деформаций русла и берегов. Новая технология строительства предусматривает сокращение размеров и объемов стройплощадок (20х50 м), количества применяемых материалов (снижение расхода бентонита в 100 раз) и оборудования, в сравнении с методами ГНБ и микротоннелирования (исключается строительство приемного котлована, амбара для бентонита, площадок для сварки трубопровода и т.д.).

Показатели эффективности

Процесс строительства трубопровода включает в себя ряд факторов, которые оказывают положительное влияние на общую экономику. Такими факторами являются:

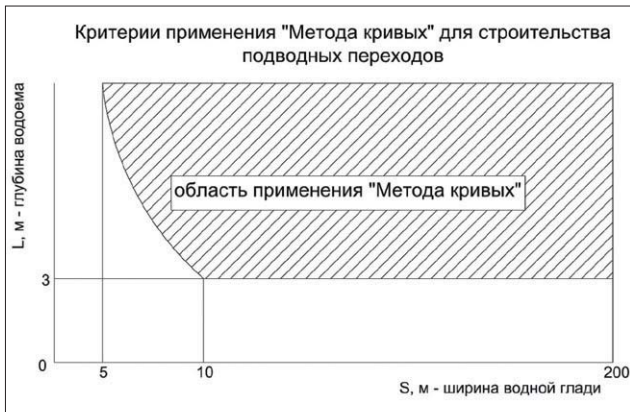
- сокращение сроков строительства;
- снижение затрат на персонал;
- снижение затрат на управленческий, материальный учет и производственный контроль;
- снижение затрат на организацию строительной и складской площадки;
- снижение рисков травматизма;
- повышение культуры и технологичности производства, резкое сокращение ручного труда;
- повышение качества строительства;
- сокращение возможностей для злоупотреблений.

Обоснование применения метода

Эффективность применения «Метода кривых» согласно технико-экономическим обоснованиям и особенностям конструкции оборудования:

1. Ширина водной глади не более 200 м – обусловлено конструктивными параметрами оборудования;
2. Ширина водной глади не менее 10 м – так как при меньшей ширине применение метода низкоэффективно;
3. Диаметр трубопровода не менее 920 мм – так как соотношение радиуса естественного изгиба трубы при меньшем диаметре и радиусов изгиба применяемых в «Метод кривых» близко к 1;
4. Глубина от верха трубы до дна водоема приблизительно 3 м – так как заглубление должно быть не менее двух диаметров трубы, для исключения продавливания бентонита в русло реки;





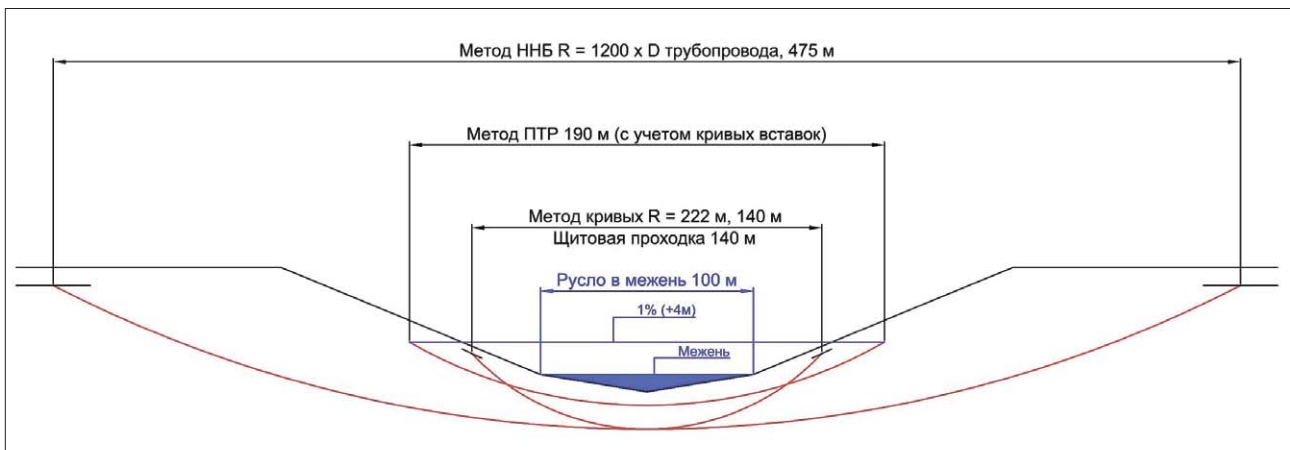
- 5. Ограничений по грунтам нет – метод применяется в грунтах любой категории, от обводненных до скальных включительно;
- 6. Температура окружающей среды без дополнительного подогрева емкости с водой – до – 100 °С как при

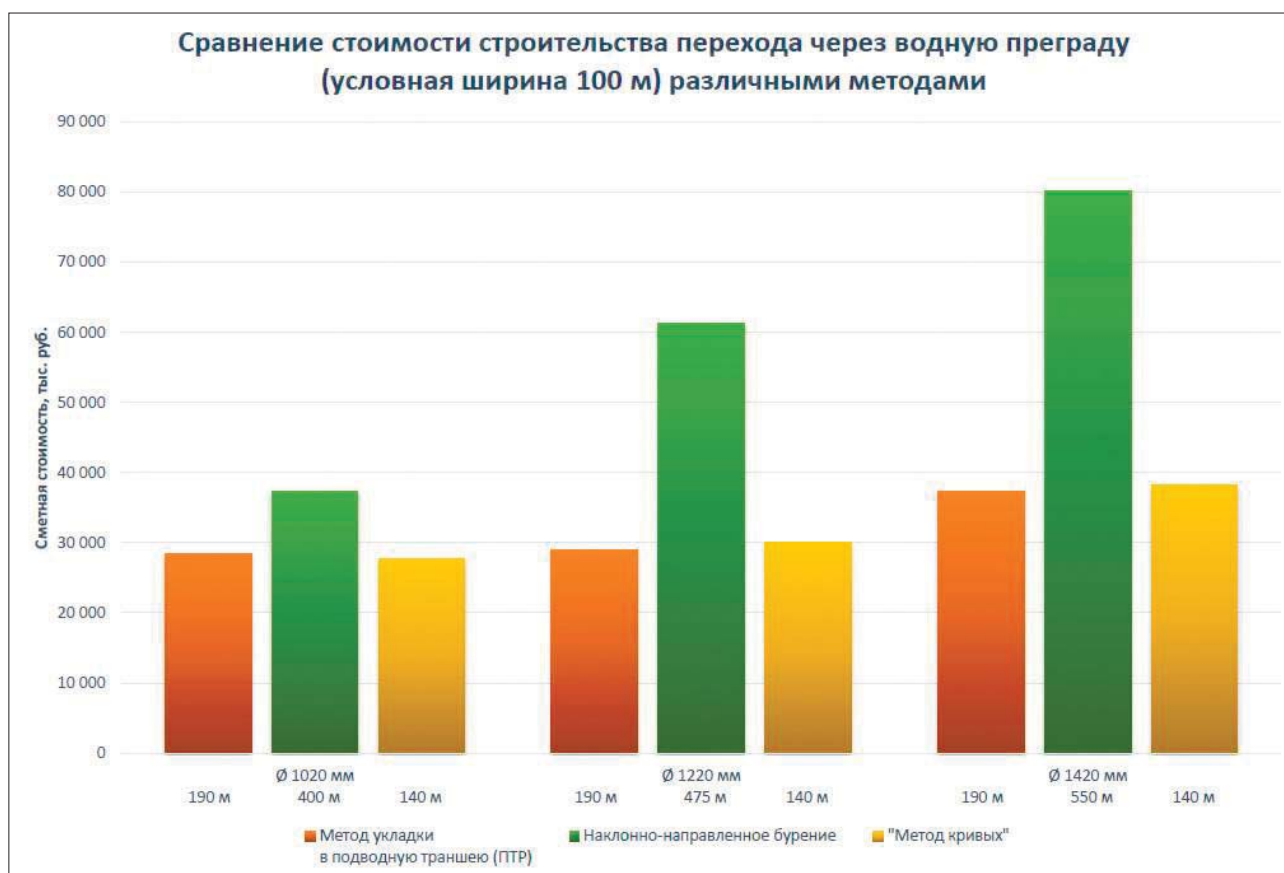
ГНБ и микротоннелировании (при применении дополнительного подогрева емкостей с водой, температура окружающей среды при применении метода не ограничена).



Сравнительные характеристики перехода Ø 1220 мм, выполненного методами ПТР, ННБ, микротоннелирования и «Метода кривых»

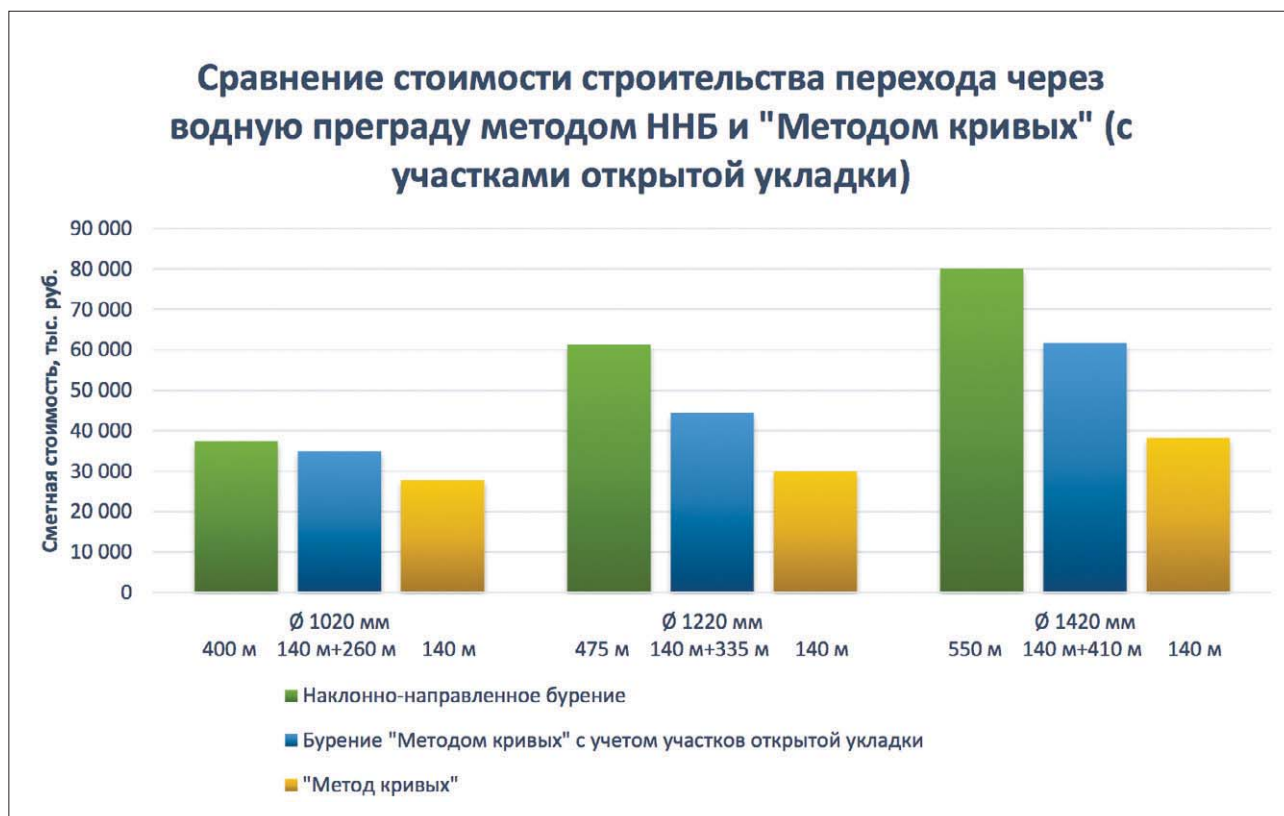
Условный расчетный водоток, шириной по руслу (в межень) 100 м





При применении «Метода кривых» и, соответственно, сокращении длины перехода русловой части, добав-

ляются работы по открытой подземной укладке береговых участков трубопровода.



При применении «Метода кривых» и, соответственно, сокращении длины перехода русловой части, добавляются работы по открытой подземной укладке береговых участков трубопровода.

Экономический эффект

Из-за уменьшения сроков строительства на 2 месяца



увеличение объемов транспортируемого газа в процессе эксплуатации составит от 1366 до 3274 млн. м³ при рабочем давлении 9,8 Мпа в зависимости от диаметра газопровода.

Выводы

Таким образом, использование существующих методов и применение предварительно изогнутых труб дает оптимальное, экономически выгодное решение перехода магистрального трубопровода под водными препятствиями в условиях городской застройки, обводненных и сложных грунтах со следующими преимуществами:

- Экологичность

Не нарушается русловая часть водоема, включая целостность береговых линий; отсутствует выход бентонита за счет уплотнительных манжет и других материалов на поверхность, нет необходимости в их утилизации. Из-за уменьшения сроков строительства наносится значительно меньший урон окружающей среде за счет снижения выбросов CO₂ и других отходов.

- Надежность и долговечность

Трасса сооружаемого перехода имеет параболическую (арочную) конструкцию. Такая жесткая конструкция дюкера из предварительно изогнутых труб гарантирует, что трубопровод никогда не «всплывет» и не «провалится» в процессе эксплуатации. Срок эксплуатации подводного перехода в данном случае будет не меньше, чем у линейной части трубопровода.

- Безопасность эксплуатации

Данный показатель достигается за счет возможности глубокой заделки трубопровода от поверхности. Сле-

довательно, можно не опасаться сезонных колебаний температуры и влияния паводков на трубопровод.

- Технологичность

Показатели данного аспекта обусловлены высокой степенью механизации работ, незначительным количеством техники и оборудования для выполнения основных и вспомогательных операций, а также отсутствием компонентов технологического цикла массой более 18 т.

- Высокая точность прокладки

Возможность осуществить прокладку трубопровода точно в соответствии с заданной проектной траекторией достигается применением навигационной системы SDV 13, в основе которой гироскопы, нечувствительные к электромагнитному воздействию.

- Широкий спектр горно-геологических условий

Возможность прокладки трубопроводов практически в любых сезонных условиях и в любых грунтовых условиях (гравелистые, щебеночные, каменные, скальные и мерзлые грунты) обеспечивается за счет подбора соответствующей режущей оснастки в конструкции порода-разрушающего механизма микрощита.

- Относительно низкая стоимость выполнения работ

Стоимость сопоставима со стоимостью траншейного метода.

- Малые сроки выполнения работ

За счет высокой скорости укладки труб, средняя скорость укладки составляет ориентировочно 20 м в сутки с учетом сварочных и изоляционных работ. Это в свою очередь значительно снижает потери при остановке газопровода для капитального ремонта.

Наиболее целесообразным применение «Метода кривых» является строительство, ремонт и реконструкция переходов под водными преградами шириной зеркала не более 200 м трубами диаметром от 1020 мм до 1420 мм.