



БЕСТРАНШЕЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ 1 (10) 2024 Горизонтальное направленное бурение

Иван Чимбель,
«ЮВЕНК-СК»:
«Мы на каждом
объекте пытаемся
пробовать что-то
новое»



ТЕХНОЛОГИЯ ПИЛОТНОГО БУРЕНИЯ СКАЛЬНОГО ГРУНТА ROCKBURSTER™

OT  NO-DIG
tools



РАДИОПУЛЬТ
Remote control

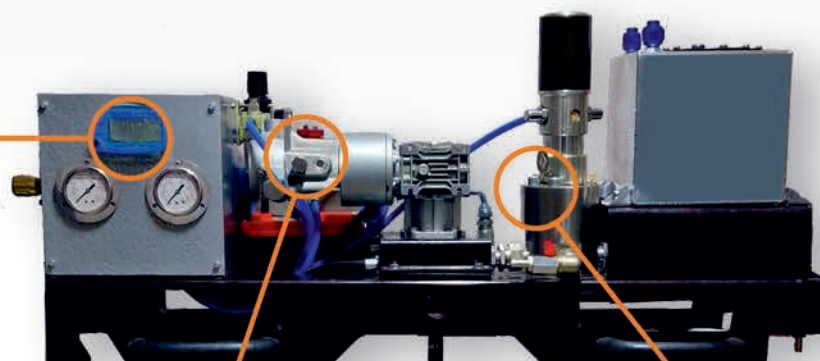


СИСТЕМА ПЕНОГЕНЕРАЦИИ «AIRMIX»

∠5%



ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ
Control system



ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ПРИВОД
High pressure pump

НАСОС ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ
High pressure pump

ЕМКОСТЬ СМЕШИВАНИЯ
Mixing tank

ГРАВИТАЦИОННЫЙ ИМПЕЛЛЕР
Gravity impeller

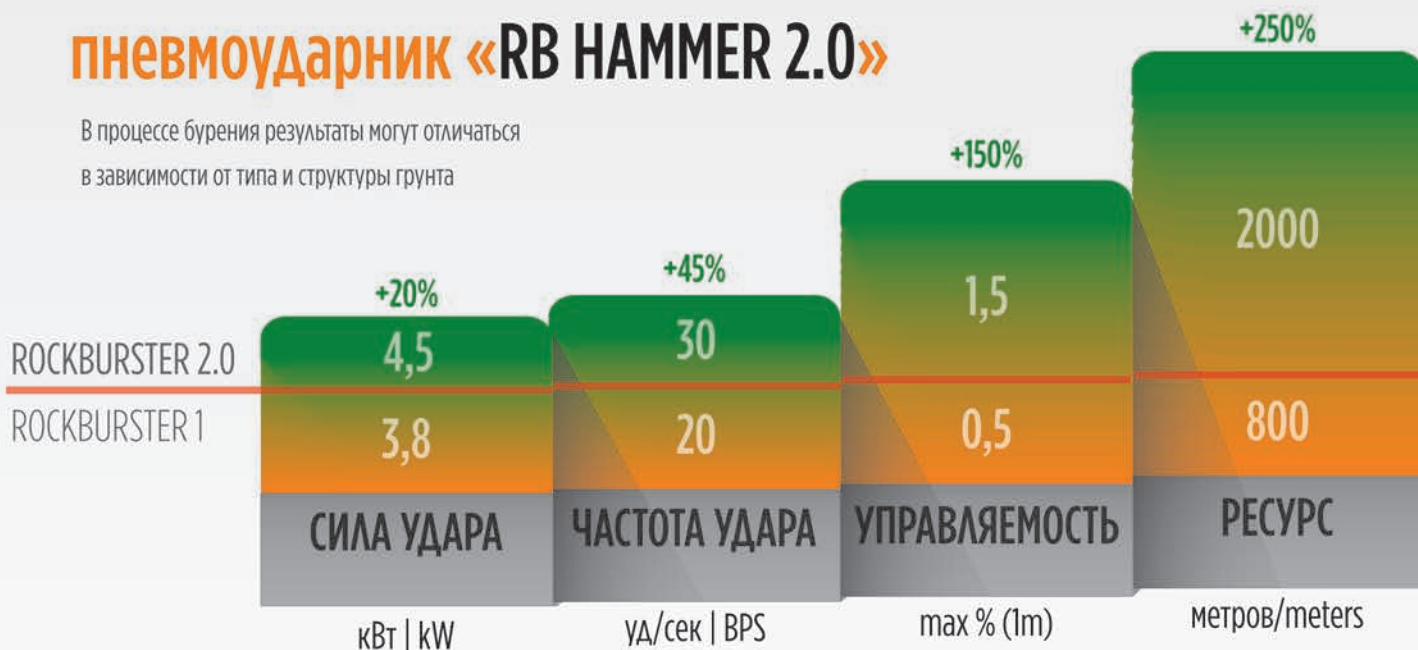


Встроенный обратный клапан
Integrated check valve



пневмоударник «RB HAMMER 2.0»

В процессе бурения результаты могут отличаться в зависимости от типа и структуры грунта



КОМПЛЕКТАЦИЯ

Смесительная напорная система.

Выполняет две функции.

1. Замешивание реагента в соответствии с рецептурой.
2. Подача и смешивание комплексного реагента и воздуха для создания буровой пены.

Комплект скважинного инструмента:

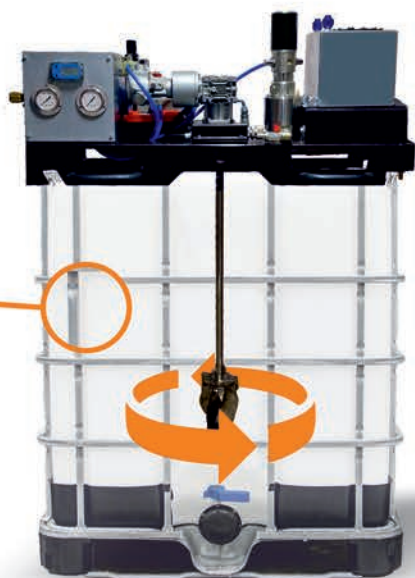
1. Амортизирующий корпус зонда - 1 шт.
2. Специализированный погружной ударник с долотом - 2 шт.
3. Переводник на буровую штангу - 1 шт.

Комплект инструмента и химии:

1. Запас реагента на 1000 п.м. бурения.
2. Подготовленная тара для смешивания реагента (1 куб.м.).
3. Набор инструмента для настройки и эксплуатации системы.
4. Радиопульт управления подачи пены.

Шеф-монтаж и программа обучения на объекте:

1. Подключаем к вашей установке ГНБ.
2. Проводим практическое обучение настройкам и работе с системой на реальном объекте заказчика.
3. Техническая поддержка on-line по эксплуатации 24/7.



AFARI GROUP

Официальный партнер NO-DIG tools в РФ

<https://www.gnbservice.ru/>

8 (800) 500-23-35

ROCKBURSTER 2.0

Содержание

ПЕРСОНА НОМЕРА

Иван Чимбель: «Мы на каждом объекте пытаемся пробовать что-то новое» 4

АНАЛИТИКА

Изменение тяговых усилий в процессе протаскивания трубопровода в построенных скважинах 10

СЕРВИС

«ГЛОБАЛ ТРЕЙД»: уверенный шаг в новом направлении 16

АНАЛИТИКА

Перспективы бестраншейных способов строительства трубопроводов 18

СЕРВИС

В целости и сохранности 24

КРУГЛЫЙ СТОЛ

Защитные покрытия в ГНБ 28

СЕРВИС

5 этапов — 5 проблем.
5 проблем — одно решение 39

ЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Локационная система «ВЗОР-3000» LITE: шаг к вершинам 46

»» «Мы на каждом объекте пытаемся попробовать что-то новое, сделать не по книжке, не по правилам, «сломать» старую школу. Всегда за это «старики» нас пытаются пожурить, мол, так нельзя, так не положено».

Стр. 4



»» «Разработчикам покрытий следует учитывать, что для снижения стоимости при замене траншейных технологий можно в некоторой степени пожертвовать надежностью защиты, так как ремонтпригодность неглубоко проложенного трубопровода достаточно высока».

Стр. 18



»» «Несмотря на то что наше покрытие относится к бетонным, конструкция оцинкованной оболочки устроена таким образом, что внутри композитного покрытия образуются «борозды». Данные «борозды» позволяют разгрузить возникающие при изгибе напряжения, разгрузить трубу».

Стр. 28

Бестраншейные технологии. Горизонтальное направленное бурение

№ 1 (10), январь 2024 года



Адрес редакции:

420054, Казань,
ул. Турбинная, 3
(843) 278-75-08
info@masgnb.ru
www.masgnb.ru



Издатель:

Медиагруппа
Тюриных
tyurins.ru

Дизайн, верстка, корректура:
Медиагруппа Тюриных

Отпечатано в ООО «Карты»: 420095, Казань, ул. Восстания, 100
(843) 227-41-33, www.karti-print.ru
Тираж: 999 экз.



**НАРУЖНОЕ
ЗАЩИТНОЕ ПОКРЫТИЕ
КАРБОФЛЕКС® УЗТ
ДЛЯ БЕСТРАНШЕЙНЫХ МЕТОДОВ
ПРОКЛАДКИ: ГНБ, ННБ,
ГНБЩ /АЩПТ (DIRECT PIPE)**



**НАДЕЖНАЯ ЗАЩИТА
ТРУБ И СВАРНЫХ СТЫКОВ ГАЗОПРОВОДОВ ПРИ
БЕСТРАНШЕЙНЫХ МЕТОДАХ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕМОНТА ПЕРЕХОДОВ
ЧЕРЕЗ ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ИСКУССТВЕННЫЕ ПРЕПЯТСТВИЯ
ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПРИ ИХ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
И РЕМОНТЕ В СЛОЖНЫХ ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ**

ПРЕИМУЩЕСТВА ПОКРЫТИЯ



Высокая скорость работы



Высокая прочность и эластичность



Монолитное бесшовное покрытие по всему телу трубопровода



Покрытие без увеличения веса и изменения геометрии трубы



Стойкость к абразивному износу



Морозостойкость до -75°C



Возможность заводского и трассового нанесения



Успешный опыт применения в условиях Крайнего Севера при прокладке методом Директ Пайп

ООО «НПО «СпецПолимер»

125375, Москва, ул. Тверская, д. 12, стр. 1

Тел.: +7 495-786-67-11

info@spolymer.ru, www.spolymer.pro

ИВАН ЧИМБЕЛЬ:

«МЫ НА КАЖДОМ ОБЪЕКТЕ ПЫТАЕМСЯ ПРОБОВАТЬ ЧТО-ТО НОВОЕ»



Компания «ЮВЕНК-СК» — представительство МАС ГНБ в Республике Казахстан — игрок на рынке горизонтального направленного бурения Казахстана известный и уважаемый. За 13 лет существования на ее счету сотни километров построенных трубопроводов различного назначения практически во всех регионах республики. Как проходило становление и развитие компании и в чем секрет ее успеха, рассказал один из основателей ТОО «ЮВЕНК-СК» Иван Чимбель.

Как у вас возникла идея заняться ГНБ?

На момент нашего открытия, в феврале 2010 года, рынок ГНБ в Казахстане только-только зарождался. Тогда в Петропавловске бестраншейными технологиями занималось одно предприятие — Казахская энергетическая компания «Рустем», которая работала на установке Ditch Witch 4020. Глядя на них, мы и загорелись идеей заняться ГНБ. Равнялись

как на кумиров, практически на каждый объект подъезжали, смотрели, как они работают. Для нас это было ново, непонятно, много вопросов задавали. Но средств на покупку дорогостоящего оборудования у нас с партнером Сергеем Сафроновым тогда не было. И мы сделали первую прокольную установку своими руками, пользуясь фотографиями в интернете. Через два года у нас появилась первая установка Vermeer 7×11. Постепенно закупили технику помощнее, стало появляться новое оборудование: грузовики, тралы, вспомогательное оснащение.



А когда вы перешли на установки макси?

В 2017 году мы купили Universal 115 тонн, Universal 250-400, и у нас свершился глобальный прорыв. Компания вышла совсем на другой уровень — ушла с мелких диаметров, перестала конкурировать с ГНБ-предприятиями, которые занимаются диаметрами до 500 мм.

Какую технику и установки ГНБ вы используете сейчас?

Парк наших установок в основном американского производства — Vermeer 36×50, 80×100, 300×500, Universal 250-400. Насос высокого давления, система регенерации и очистки бурового раствора — Vermeer. В этом году мы приобрели китайскую установку Goodeng GD3000-LS и уже опробовали ее в проекте строительства газопровода Макат — Северный Кавказ. Бурили под рекой Урал — 680 м, диаметр 1020.

В «ЮВЕНК-СК» большой коллектив?

11 человек, включая повара, ИТР, директора, замдиректора и других специалистов. У нас есть правило: работать только в одну смену, потому что организовывать

две — затратно и весьма травмоопасно. Смена длится примерно 11-12 часов.

Как вы решаете традиционно сложную для ГНБ-отрасли задачу с подбором персонала?

Персонал мы набираем среди знакомых или по каким-то положительным отзывам. С улицы стараемся никого не брать, а если даже такие и попадают, то обычно через месяц-другой уходят. По разным причинам: либо не выдерживают темп, либо мы сами с ними расстаемся из-за профнепригодности.

Текучка кадров у нас минимальная, есть люди, которые работают с самого основания компании, 13 лет. Мы мотивируем работников ключевыми аспектами — хорошей заработной платой и хорошим отношением к сотрудникам. На Новый год у нас сложилась традиция выбирать «Сотрудника года». Ребята голосуют друг за друга. Победитель голосования получает путевку на море с семьей.

Как и где вы обучаете своих сотрудников?

Основной опыт сотрудники получают на практике, принимая непосредственное участие

«Я никогда не боюсь делиться своим опытом в соцсетях, независимо от результата, получилось или нет. Люди должны учиться как на своих ошибках, так и на вашем примере.»

в наших проектах. А на обучающих семинарах МАС ГНБ они его закрепляют теорией.

У всех наших сотрудников есть дипломы МАС ГНБ, все хотя бы один раз присутствовали на обучении. Необученные сотрудники к ответственным моментам в принципе не допускаются. Поэтому новичку приходится ждать того момента, пока он не получит свою пор-

Справка
 Чимбель Иван Владимирович родился 14 апреля 1982 года. Окончил Московский технологический институт по специальности «Водоснабжение и водоотведение» и Современный технический университет (Рязань) по специальности «Строительство». Женат, воспитывает двоих детей. Хобби — триатлон (Iron Man).



цию знаний на семинарах ассоциации, не пообщается с опытными ребятами и преподавателями и не сможет сравнить ученический опыт с той практикой, которую он уже приобрел на нашем предприятии.

Мы с Сергеем постоянно ездим по выставкам и предоставляем ребятам свежую информацию, делимся видео о новом оборудовании, технике, инструментах. Они на лету все схватывают и пытаются воплотить в жизнь. Кроме того, те, кто «болеет» этим делом, самостоятельно открывают интернет, смотрят и изучают.

Как вы считаете, нужно ли руководителю предприятия, занимающегося ГНБ, постоянно учиться, осваивать новые методы и подходы или достаточно просто быть эффективным менеджером?

Однозначно, руководитель должен постоянно повышать квалификацию, как и все сотрудники.

Что касается изучения новых методов и подходов, это наш краеугольный камень. Мы на каждом объекте пытаемся попробовать что-то новое, сделать

не по книжке, не по правилам, «сломать» старую школу. Всегда за это «старики» нас пытаются пожуричь, мол, так нельзя, так не положено. Но время не стоит на месте, технологии развиваются, и мы вместе с ними. Удача, как говорится, любит смелых, и у нее глаза завязаны.

Кстати, эффективный менеджмент на предприятии — это тоже очень важно. В современных реалиях нужно уметь себя красиво прорекламировать и продать. С каждым днем это становится все актуальнее и актуальнее. Но зачастую некоторые заказчики не смотрят на опыт, а «ведутся» на то, как красиво говорят. Мы очень часто после таких красноречивых подрядчиков переделываем работу. Красноречие должно идти параллельно с профессионализмом, это две неотъемлемые вещи.

Что, на наш взгляд, самое тяжелое в работе руководителя предприятия-подрядчика ГНБ?

Принятие решений. Все риски берет на себя руководитель. Бывает, сложно решиться на тот

или иной рискованный шаг — вдруг он станет для предприятия роковым? Много кто на этом обжегся, как результат — банкротство.

А самое легкое?

Наверное, собирать лавры: принимать похвалу от своих парней, друзей и товарищей. Когда тебе все звонят и говорят: «Молодец, мы в тебя верили и ни на секунду не сомневались». Я никогда не боюсь делиться своим опытом в соцсетях, независимо от результата, получилось или нет. И всем рекомендую: не бойтесь никогда показывать результаты, плохие или хорошие. Люди должны учиться как на своих ошибках, так и на вашем примере.

Если бы вам давали медаль только за один проект за всю историю «ЮВЕНК-СК», то что это был бы за проект?

Наверное, самый яркий проект был в этом году. Это 680-метровая труба через реку Урал, перепад высот 25 м. На первый взгляд, ничего особенного, обычный переход. Но есть два больших «но». Во-первых, очень большая засоленность грунта, так как это бывшее дно моря. Во-вторых, мы приступили к работе после того, как на нем целый год простоял другой подрядчик и не смог ничего сделать 300-тонной машиной. Вообще, там было много проблем. Например, нам около 400 м пришлось бурить под самой гладью воды вслепую, практически без показаний. Были проблемы с раствором... Мы много советовались с учителями, с коллегами. В конечном счете все получилось. Единственное, мы на один день опоздали по срокам. Но на это внимания уже никто не обратил.

Как бы вы охарактеризовали нынешнее состояние рынка

ГНБ в Казахстане, отличается ли он от российского?

Казахстанский и российский рынки ГНБ — как два брата-близнеца. Какие есть проблемы с финальным расчетом на нашем казахстанском рынке, такие же есть и на российском. Такие же банковские системы действуют. Те же спецсчета, с которых можно деньги тратить только на целевые средства.

Сейчас рынок ГНБ в Казахстане немножко активизировался по сравнению с послековидными временами и с нестабильной ситуацией, связанной с январскими событиями в нашей стране. Поэтому работы прибавилось. Плюс в Казахстане в 2021 году провели большую работу над расценками. Совместно с институтом АО «КазНИИСА» создали новую систему ценообразования, расценки поднялись от 300 до 500%. До этого стоимость работ по технологии ГНБ устанавливало государство, и цена была прямо оскорбительно низкая, в четыре или пять раз отлича-

лась от рыночной. Была проведена большая интеллектуальная работа, показательно отбурены в поле все диаметры, записан хронометраж. Новые расценки вошли в государственные справочники. И теперь все счастливы.

В чем, по-вашему, сейчас основные проблемы отрасли ГНБ?

Теперь, когда расценки на работы ГНБ в Казахстане стали более-менее справедливыми, проблем практически не стало. Единственная проблема, которая надвигается и остро возникнет через три-пять лет, — это отсутствие картографирования проложенных подземных инженерных сетей. Мы сейчас уже начинаем разрушать прежние сети, которые были проложены пять-десять лет назад. И хотя сегодня в Казахстане использование системы картографирования входит в расценки, никто не сдает отчеты с геодезическими абсолютными отметками. Отчеты принимаются только по протоколу бурения, по данным из проекта. Но, изви-

Казахстанский и российский рынки ГНБ — как два брата-близнеца.

ните, а кто хоть раз строил миллиметр в миллиметр, по проекту? В любом случае всегда есть отклонения. Поэтому обязательно надо проводить картографирование сетей, наносить их на планы городов с четкими отметками. Иначе через несколько лет нас ждут техногенные катастрофы.

Дайте три самых важных совета компаниям, начинающим свой путь в ГНБ.

Первый совет — не бояться ответственности. Потому что все-таки здесь подразумеваются риски. Также рекомендую работать по технологии, не нарушая ее. И еще совет: научитесь говорить «нет» вашему заказчику. Не нужно соглашаться на все подряд. Нужно ценить свой труд и опыт.



Александр Брейдбурд, президент МАС ГНБ, и Иван Чимбель, директор ТОО «ЮВЕНК-СК», на 20-й юбилейной конференции МАС ГНБ в сентябре 2021 года, г. Казань

Блиц

- **Книга, которая оказала на меня огромное влияние**, — это СП 341 «Подземные инженерные коммуникации. Прокладка горизонтальным направленным бурением».
- **Мое самое большое личное достижение** — в спорте, 10-е место в казахстанском рейтинге по триатлону среди спортсменов-любителей.
- **Лучший подарок на день рождения** — это когда приходит много гостей.
- **Я хочу добиться** максимальной автоматизации производства за счет современного оборудования.
- **Для меня ГНБ** — это хобби, которое приносит деньги.

MAG X Pro

- Новые 3D антенны с улучшенным приемом сигнала.
- Зонд Echo 75XF (48 см)
- 3 режима мощности сигнала (дальность сигнала/время работы):
 - » низкая — до 34 м/до 100 ч
 - » средняя — до 54 м/до 60 ч
 - » высокая — до 83 м/до 11 ч
- Встроенная запись данных:
 - » запись одним касанием в Удаленном Дисплее
 - » журнал записи штанг, графическое отображение в любое время
 - » запись в ваше устройство Андроид (по Bluetooth)

MAG X PRO

Спрашивайте у вашего поставщика техники ГНБ



Underground Magnetics

simple. powerful. affordable.

UMRUS.RU

**8 800 101 21 08
+7 919 682 51 50**

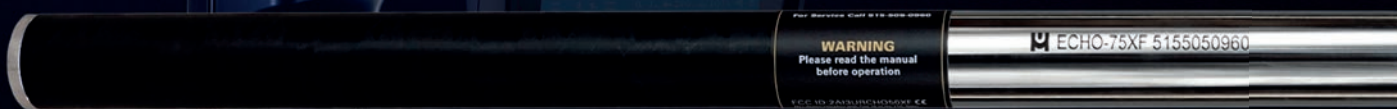
MAG X Pro

БУРИТЕ УВЕРЕННО



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

- » Частоты: 16 (0,32-41 кГц)
- » Зонды: 38 см, 48 см, 61 см
- » Максимальная дальность сигнала зонда Echo110 - 110 м.
- » Время работы акб локатора: до 50 часов
- » Масса локатора: 3,85 кг
- » Влагозащищенность: IP65



С зондом Echo 75XF бурение под ж/б плитами в 2 раза глубже!
Дальность сигнала на высоких частотах до 75м!

MAG X PRO



Underground Magnetics

simple. powerful. affordable.

АКЦИЯ ГОДА:

второй зонд 38 см
в комплект за 50% цены!

UMRUS.RU

8 800 101 21 08
+7 919 682 51 50

ИЗМЕНЕНИЕ ТЯГОВЫХ УСИЛИЙ В ПРОЦЕССЕ ПРОТАСКИВАНИЯ ТРУБОПРОВОДА В ПОСТРОЕННЫХ СКВАЖИНАХ



З.З. Шарафутдинов,
д.т.н., ООО «НИИ Транснефть»



С.Л. Голофаст,
д.т.н., профессор,
АО «Оргэнергогаз»



И.Р. Исламов,
ООО «НИИ Транснефть»

Аннотация

Протаскивание трубопровода в построенную скважину — заключительный и наиболее ответственный этап, определяющий успешность строительства подводного перехода методом наклонно-направленного бурения. Анализ величин тяговых усилий, реализуемых в практической деятельности при протаскивании трубопровода, показывает, что в боль-

шинстве случаев их фактические значения не соответствуют расчетным.

Причиной таких различий является отсутствие должного учета инженерно-геологических условий строительства перехода в методах расчета тягового усилия протаскивания трубопровода и жесткости трубопровода. Доминирующим фактором, оказывающим влияние на величину тягового усилия при протаскивании

трубопровода в построенной скважине, является его способность к деформации при преодолении криволинейных интервалов подводного перехода и различных препятствий по стволу скважины, созданных в силу несовершенства применяемой технологии строительства. Реализация мероприятий, направленных на учет фактических инженерно-геологических условий строительства подводного перехода и жесткости трубопровода, требует применения специальных технологий строительства скважины, что в последующем позволит снизить уровень упругого деформирования трубопровода икратно уменьшить величину тягового усилия при протаскивании трубопровода для безаварийного завершения сооружения подводного перехода.

Метод наклонно-направленного бурения (ННБ) нашел широкое распространение в строительстве подводных переходов (ПП) трубопроводов. Наиболее ответственным этапом реализации метода ННБ является протаскивание трубопровода в построенную скважину. Опыт строительства подводных переходов и результаты многочисленных исследований возникающих при этом проблем свидетельствуют [1], что резкое увеличение нагрузок при протаскивании приводит к повреждению изоляции протаскиваемого трубопровода, вплоть до прекращения процесса протаскивания, и незавершению процесса строительства перехода. Вследствие этого возникает необходимость проведения дорогостоящих и сложных аварийных работ, в ряде случаев строительства нового перехода и даже отказа от реализации метода ННБ при сооружении подводного перехода.

Одним из признаков, свидетельствующих о возникновении осложнений при протаскивании трубопровода в построенную скважину, является отклонение величины реализованного тягового усилия от проектного (расчетного) значения. Данное положение возникает вследствие того, что существующие методики оценки усилия протягивания не в полной мере учитывают факторы, оказывающие значимое влияние на величину реализованного тягового усилия. Поэтому актуальной является задача выделения и исследования факторов, приводящих к осложнениям на этапе протаскивания трубопровода. Решение данной задачи является основой для выработки мероприятий по обеспечению успешности процесса строительства подводного перехода методом ННБ.

Методы, применяемые для оценки усилия протаскивания трубопровода в построенную скважину [1], определяют величину тягового усилия как сумму следующих составляющих:

- усилие на спусковой дорожке;
- усилие, затрачиваемое на перемещение расширителя (калибра);



- усилие, затрачиваемое на перемещение буровой колонны;
- усилие, затрачиваемое на перемещение трубопровода в скважине.

Анализ параметров, определяющих значение тягового усилия при протаскивании трубопровода, позволяет разделить их на две группы. К первой группе относятся такие параметры, как весовые характеристики протаскиваемого трубопровода, длина трубопровода, его диаметр, толщина стенки трубопровода. Их значения принимаются на этапе проектирования подводного перехода, и они не подвержены изменениям на этапе его строительства. Ко второй группе параметров относятся профиль подводного перехода, его геометрические параметры (углы входа и выхода, радиус кривизны закладываемого профиля, диаметр скважины и т.д.). Перечисленные параметры могут менять свои значения по отношению к тем, которые были приняты на этапе проектирования перехода при расчете тягового усилия.

Причинами таких изменений могут являться, например, нарушения технологии строительства или техническая недостаточность решений, применяемых в тех или иных горно-геологических условиях. Результа-

том этого являются отклонения от проектного профиля перехода или геометрической конфигурации скважины, с изменением размеров проходного сечения построенной скважины. Очевидно, что отклонение значений параметров второй группы от принятых на этапе расчета приведет к значительным отклонениям расчетного усилия P от фактического, фиксация значений которого осуществляется в процессе протягивания трубы. При этом изменение величины реализованного усилия протягивания P в сторону увеличения свидетельствует о риске возникновения осложнений и аварий при сооружении подводных переходов.

В [1] показано, что тяговые усилия протаскивания резко возрастают при прохождении перемежающихся пород с различной прочностью, а также при прохождении интервалов несцементированных грунтов. При этом плавное возрастание тяговых усилий протаскивания происходит на криволинейных участках скважины, т. е. при изменении траектории движения трубопровода. Т.е. работа, затраченная на процесс протаскивания трубопровода в скважину, является суммой работ на упругую деформацию трубопровода и собственно на перемещение трубопровода. Из анализа результатов [1] авторами сделан вывод, что значимое влияние на процесс протаскивания трубопровода оказывают такие факторы, как отношение диаметра скважины к диаметру протаскиваемого трубопровода, наличие локальных криволинейных участков скважины (уступы, участки обрушения грунтов и пр.). Возможность их изменения в процессе строительства указывает на невозможность строгого обобщения значений тяговых усилий, реализованных при протаскивании трубопроводов в построенную скважину. Это обусловлено индивидуальностью инженерно-геологических условий подводных переходов, различным уровнем влияния технологических факторов, сопровождавших процесс строительства каждого конкретного подводного перехода [1].

Поэтому для анализа взаимного влияния различных факторов на процесс протаскивания трубопровода в построенную скважину и подтверждения сделанных ранее выводов рассмотрим особенности процессов протаскивания трубопровода при строительстве подводного перехода. Обратимся к рисунку 1, на котором представлен график изменения тягового усилия P при протаскивании дюкера диаметром $D_H = 1020$ мм на этапе строительства перехода через р. Суворощь протяженностью $L_{СКВ} = 441$ м. Данный график построен на основании результатов замеров фактического тягового усилия P , которое прикладывалось к дюкеру в процессе протягивания. Общее количество замеров составило 132, таким образом, выборка значений тягового усилия имеет вид P_i , $i = 1, m$, где $m = 132$ — объем выборки.

График, представленный на рисунке 1, свидетельствует, что усилие протягивания P является случайной величиной, имеющей некоторую закономерность изменения и пределы рассеивания. Выполним статистическую обработку фактических результатов замера параметра P , значения которого фиксировались в процессе протягивания трубопровода. Для этого построим гистограмму для значений усилия протягивания, которая представлена на рисунке 2. Предварительный анализ данных на основе полученной гистограммы свидетельствует, что изменение тягового усилия P подчиняется специфической не унимодальной закономерности, отнести которую к известным и исследованным в рамках классической математической статистики законам не представляется возможным.

Вследствие этого для статистической обработки результатов замеров фактического усилия протягивания дюкера при строительстве подводного перехода через р. Суворощь воспользуемся математическим аппаратом непараметрической статистики [2-7]. Реализуемые на основе данного аппарата методы и алгоритмы позволяют для любой случайной величины X (в рассматриваемом примере это усилие протягивания) получить необходимую для решения задач статистического анализа функцию плотности вероятности $f_x(X)$ вне зависимости от сложности закона ее распределения.

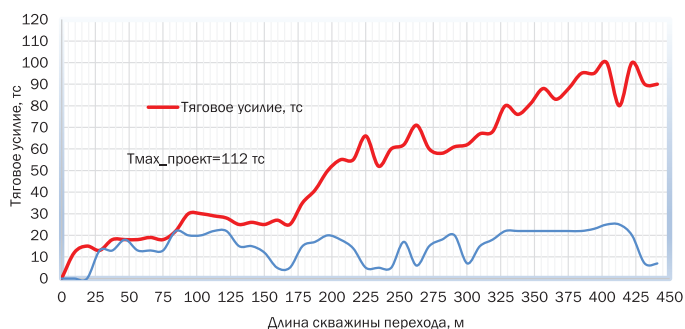


Рисунок 1. Изменение тягового усилия P в процессе протягивания трубопровода по длине перехода через р. Суворощь

Для аппроксимации на основе выборки значений случайной величины X_{ii} , $i = 1, m$ искомой функции плотности ее распределения $f_x(X)$ в рамках одного из подходов, реализуемых на базе методов непараметрической статистики, функция $f_x(X)$ представляется в виде разложения:

$$f_x(X) = \frac{1}{m \cdot h_x \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \sum_{i=1}^m \exp \left[-0,5 \left(\frac{X - X_i}{h_x} \right)^2 \right] \cdot \frac{1}{c_x}, \quad (1)$$

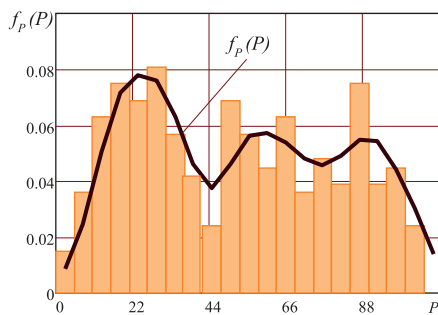


Рисунок 2. Гистограмма и функция плотности вероятности тягового усилия P по длине перехода в процессе протаскивания трубопровода

где

$$c_X = \frac{1}{m \cdot h_X \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \int_{X_{\min}}^{X_{\max}} \sum_{i=1}^m \exp \left[-0,5 \left(\frac{X - X_i}{h_X} \right)^2 \right] dX, \quad (2)$$

а h_X — параметр сглаживания, определяющий, по каким элементам выборки будет происходить сглаживание и, как следствие, точность аппроксимации.

Вычисление оптимального значения параметра h_X производится в результате решения задачи, связанной с поиском максимума информационного функционала:

$$\max_{h_X} J = \max_{h_X} \left\{ \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \ln \left[\frac{1}{(m-1)h_X} \sum_{j=i}^{m-1} \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \exp \left(-0,5 \left(\frac{X_i - X_j}{h_X} \right)^2 \right) \right] \right\}. \quad (3)$$

Примеры решения на основе данного подхода задач аппроксимации функций плотности различных случайных величин (например, $f_s(s)$ и $f_\sigma(\sigma)$ для предельных s и возникающих в стенке трубы вследствие случайного спектра внешних нагрузок фактических напряжений σ при оценке прочностной надежности магистрального трубопровода) подробно рассмотрены в работах [2-7]. Графическая иллюстрация функции плотности $f_P(P)$ тягового усилия P , аппроксимация которой выполнена на основе выборки фактических значений $P_i, i = 1, m$ для рассматриваемого перехода в результате реализации изложенного выше подхода [3-5], представлена на рисунке 5.

Известная функция плотности вероятности $f_P(P)$ параметра P позволяет рассчитать любые значения квантилей P^α тягового усилия с заданной вероятностью (например, при уровне значимости $\alpha = 0,05$ или $\alpha = 0,05$) путем численного решения интегрального уравнения:

$$\int_{P_{\min}}^{P^\alpha} f_P(P) dP = \alpha \quad (4)$$

Примеры расчета квантильных значений различных случайных величин на основе их функций плотности вероятности приведены в работах [4-7]. Для рассматри-

ваемого примера фактическое усилие протягивания дюкера с вероятностью 95% составило $T^{95\%} = 117,96$ тс.

При этом полученное фактическое значение тягового усилия существенно отличается от расчетного тягового усилия. Сопоставление фактического и расчетных значений усилий протягивания дает возможность выполнить количественный анализ некорректно учитываемых в применяемых моделях и методиках расчета факторов (а также, видимо, обосновать наличие и неучитываемых), оказывающих значимое влияние на отклонение параметров и режимов процесса протаскивания трубопровода и, как следствие, возможные инциденты и осложнения при строительстве подводных переходов через различные водные преграды. Аналогичные результаты расчета для других подводных переходов представлены на рисунках в таблице 1.

Анализ информации, представленной на данных рисунках, позволяет сделать однозначный вывод, что во всех рассмотренных случаях фактические значения тяговых усилий не соответствуют расчетным. Из результатов, полученных на основе статистической обработки данных по протаскиванию трубопроводов, следует выделить влияние технологических и геологических факторов, оказывающих значительное влияние на процесс протаскивания. Данное влияние реализуется через совместное влияние различных препятствий по стволу скважины, созданных в процессе ее сооружения, а также жесткости трубопровода на процесс протаскивания трубопровода. Это выражается в наличии мультимодальных зависимостей (сдвоенных горбов) на представленных графических результатах для функций распределения плотности вероятности тягового усилия P в рассматриваемых примерах подводных переходов.

Таким образом:

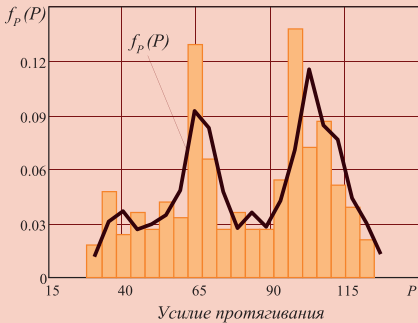
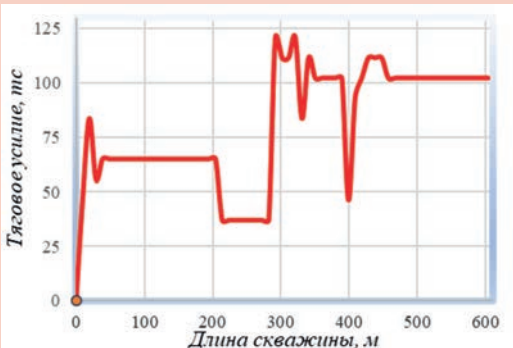
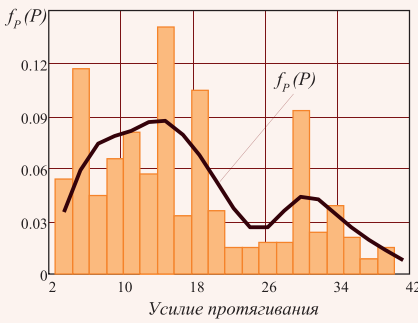
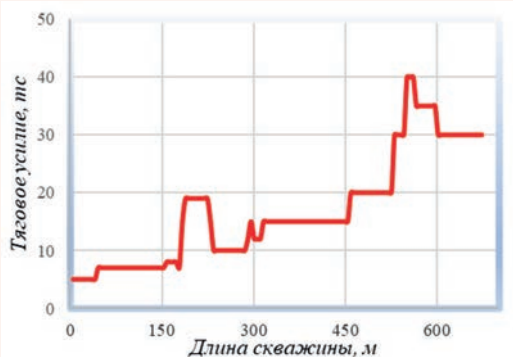
1. Фактические закономерности и пределы изменения тягового усилия протаскивания трубопровода в построенную скважину не только указывают на отличия расчетных и реализованных величин, но и являются специфическими и индивидуальными для каждого подводного перехода. Статистический анализ значений фактических тяговых усилий, реализованных при строительстве различных подводных переходов, свидетельствует о существенном влиянии на процесс протаскивания трубопровода технологических и геологических факторов, которые не учитываются в существующих подходах и методах расчета и проектирования подводных переходов.
2. Из известных положений механики следует, что фактическое тяговое усилие и его отклонение от рас-

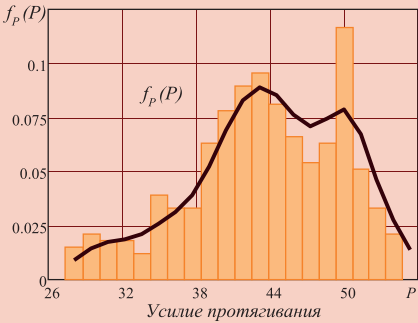

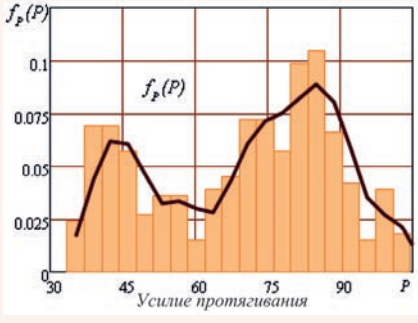
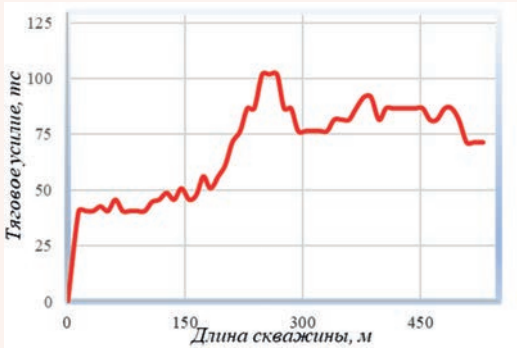
четных значений в процессе протаскивания трубопровода в построенной скважине определяется способностью трубопровода к деформации при преодолении криволинейных интервалов профиля подводного перехода, а также различных препятствий по стволу скважины.

3. Снижение усилия на упругую деформацию протаскиваемого трубопровода приводит к почти дву-

кратному снижению тяговых усилий протаскивания. Поэтому для протаскивания трубопровода столь значимо влияние геометрических параметров построенной скважины и, как следствие, правильно выбранная технология ее сооружения, обеспечивающая требуемые геометрические параметры скважины.

Таблица 1. Сводные данные по усилиям протягивания для подводных переходов, построенных методом ННБ

№	Наименование и основные параметры	Гистограмма и функция плотности вероятности $f_p(P)$ тягового усилия при протаскивании	Изменение тягового усилия в зависимости от длины скважины при протаскивании трубопровода
1	2	3	4
1	<p>Переход через р. Волхов (основная нитка)</p> <p>$D_{тр} = 325 \text{ мм};$ $L_{скв} = 605 \text{ м};$ $P_{мах} = 121 \text{ тс};$ $p_{95\%} = 117,96 \text{ тс}.$</p>		
2	<p>Переход через р. Волхов (резервная нитка)</p> <p>$D_{тр} = 530 \text{ мм};$ $L_{скв} = 672 \text{ м};$ $P_{мах} = 40 \text{ тс};$ $p_{95\%} = 35,59 \text{ тс}.$</p>		

№	Наименование и основные параметры	Гистограмма и функция плотности вероятности $f_p(P)$ тягового усилия при протаскивании	Изменение тягового усилия в зависимости от длины скважины при протаскивании трубопровода
1	2	3	4
3	<p>Переход через р. Иоссер</p> <p>$D_{тр} = 820$ мм;</p> <p>$L_{скв} = 603$ м;</p> <p>$P_{мах} = 54$ тс;</p> <p>$P^{95\%} = 52,89$ тс.</p>		
4	<p>Переход через Приволжский канал</p> <p>$D_{тр} = 1020$ мм;</p> <p>$L_{скв} = 530$ м;</p> <p>$P_{мах} = 102$ тс;</p> <p>$P^{95\%} = 98,12$ тс.</p>		

Использованная литература

1. Шарафутдинов З.З. Строительство подводных переходов магистральных нефтепроводов методом наклонно-направленного бурения. М.: ООО «Издательский дом Недра», 2019. — 357 с.: ил.
2. Maritz J.S. Distribution-free statistical methods. 2nd ed. London: Chapman & Hall, 1995. 255 p.
3. Hollander M., Wolfe D.A., Chicken E. Nonparametric Statistical Methods, John Wiley & Sons, 2014. 844 p.
4. Голофаст С.Л. Оценка прочностной надежности магистральных трубопроводов на основе квантильных значений коэффициента запаса прочности // Безопасность труда в промышленности. 2018. № 7 (739). С. 22–28.
5. Шоцкий С.А., Голофаст С.Л. Оценка прочности пригруженных сплошным покрытием криволинейных участков подземных трубопроводов // Безопасность труда в промышленности. 2018. № 10 (742). С. 22–29.
6. Шоцкий С.А. Оценка прочности температурно-деформируемых участков трубопроводов с учетом случайной природы предела текучести материала труб // Экспозиция Нефть Газ. 2019. № 2 (69). С. 75–79.
7. Голофаст С.Л. Влияние фактических закономерностей распределения предела текучести стали 17Г1С на коэффициент запаса прочности магистрального газопровода // Экспозиция Нефть Газ. 2019. № 3 (70). С. 58–64.

«ГЛОБАЛ ТРЕЙД»: УВЕРЕННЫЙ ШАГ В НОВОМ НАПРАВЛЕНИИ

Компания «ГЛОБАЛ ТРЕЙД» в 2024 году отмечает первый юбилей — 10 лет! За это время мы обрели несколько тысяч партнеров и клиентов. Вы знаете нас как надежных поставщиков техники ГНБ и комплектующих на российском рынке. И мы продолжаем развиваться и осваивать новые направления. В 2023 году мы начали выполнять работы по технологии ГНБ.

Два первых проекта, над которыми нам выпала честь работать, расположены в разных концах страны — один в Крыму, второй на Амуре. У каждого — свои сложности, свои непростые климатические и геологические условия. Общее в них одно — наш ответственный и профессиональный подход к выполнению работ.

Крым



Первый проект мы выполнили совместно с нашим партнером ООО «Северные Сети». Это работы по прокладке газопровода высокого давления на территории Ялтинской заповедной зоны. Длина участка трубопровода, который мы строили, — 5 км,

футляр — ПНД, труба диаметром 630 мм, рабочая труба — 400 мм. Заказчик — ГУП РК «Крымгазсети».

Работы осложнялись тем, что прокладка трубопровода велась в скальных грунтах. Пилотное бурение выполнялось установкой Ditch Witch 4020 AT, далее разработка скважины до нужного диаметра шла установкой XCMG XZ 960E с тяговым усилием 100 тонн.

Амурская область



В октябре 2023 года совместно с партнером ООО «Аквастрой» мы начали выполнение работ по прокладке участка питающей магистрали Амурского газохимического комплекса в городе Свободный. Заказчиком выступило

ООО «АГХК», подрядчиком — ООО «Р-Строй».

Здесь мы проложили два параллельных защитных футляра газопровода. Труба стальная, электросварная, прямошовная, диаметром 830 мм. Протяженность каждого трубопровода — 302 м. Рабочая труба в футлярах стальная, диаметр — 530 мм.

Работы производились с помощью установки XCMG XZ 1000E с тяговым усилием 140 тонн. Бурение проходило в песчаных грунтах на глубинах от 6 до 35 м. Выполнение работ осложнялось непростыми погодными условиями, температура воздуха опускалась до -35 градусов.

В обоих проектах пилотное бурение и разработка скважин велись с помощью качественного бентонита производства ООО «БентХимСнаб», с сопровождением специалиста по буровым растворам.

Оба проекта были сданы в декабре 2023 года согласно запланированным срокам. Их удачное завершение открывает новые перспективы развития «ГЛОБАЛ ТРЕЙД» в направлении выполнения работ в сфере ГНБ. В новом году мы планируем не останавливаться на достигнутом и уже ведем переговоры с партнерами о реализации новых проектов!

Сергей Донцов, директор московского филиала ГК «ГЛОБАЛ ТРЕЙД»



GLOBAL TRADE
ГЛОБАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ • ИННОВАЦИИ



ИМПОРТ



ПОДБОР



ПРОДАЖА



ЛИЗИНГ



АРЕНДА



РАССРОЧКА

**УСТАНОВКИ ГНБ
СПЕЦТЕХНИКА
ЗАПЧАСТИ | СЕРВИС**



пишите нам в WhatsApp

☎ 8 800 200 29 94

🌐 gtmachine.ru

✉ sales@gtmachine.ru

📌 vk.com/gtmachine

Группа компаний "ГЛОБАЛ ТРЕЙД" ИНН 6164316290

ПЕРСПЕКТИВЫ БЕСТРАНШЕЙНЫХ СПОСОБОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ТРУБОПРОВОДОВ



Юрий Маянц,
к.т.н., начальник корпоративного научно-технического центра технологий строительства, эксплуатации и ремонта ООО «Газпром ВНИИГАЗ»



Виктория Щеглова,
главный специалист ООО «Газпром ВНИИГАЗ»



Александр Колотовский,
младший научный сотрудник лаборатории техники и технологий строительства, эксплуатации и ремонта трубопроводов корпоративного научно-технического центра технологий строительства, эксплуатации и ремонта ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

Введение

При рассмотрении инновационных решений не всегда можно правильно оценить их истинную перспективность — высокую будущую эффективность в составе общего сложного технологического процесса.

По-настоящему перспективные технологии — это те, которыекратно повышают рентабельность технологического процесса, зачастую полностью его видоизменяя, оставляя при этом неизменными его важнейшие входные и выходные параметры.

Современная наука позволяет более-менее системно подойти к анализу перспективности направлений инновационного развития. Однако для этого нужны не только данные о новых технических решениях, но и понимание структуры существующих технологий, их проблем и особенностей,

Для развития современного технологического бизнеса крайне важна правильная оценка перспектив научно-технического развития. Одним из эффективных инструментов научно-технического прогнозирования является разработанная в СССР теория решения изобретательских задач — ТРИЗ. Развитие технических систем как стремление к «идеальному» техническому решению является основой ТРИЗ и позволяет методически правильно подходить к вопросу анализа корректности выбора перспективных направлений научно-технического развития. ТРИЗ рассматривает научно-техническое развитие как преодоление технических противоречий на пути к «идеальному» техническому решению. В настоящей статье рассмотрены перспективы развития технологий строительства трубопроводов с точки зрения принципов развития технических систем.

знание законов развития технических систем.

О состоянии знаний в области развития технических систем

Известный советский ученый Г.С. Альтшуллер более 60 лет назад сформулировал принципы развития технических систем, которые изложил в своих трудах, посвященных теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). ТРИЗ прошла долгий и интересный путь, начиная от блестящих популярных трудов, воспитавших несколько поколений замечательных изобретателей и инженеров, до сложной науки, потерявшей в настоящее время свою значимость из-за чрезмерного теоретизирования и значительного собственного отрыва от реальности. Собственно, это иллюстрируется тем, что с 1960-х до 1980-х годов книги и пособия по ТРИЗ собирали огромные аудитории энтузиастов, а сейчас она включена в программу некоторых технических университетов, но реальных пользователей почти не осталось.

Принципы развития технических систем Г.С. Альтшуллер представил как стремление к «идеальному» результату, являющемуся неким эталоном, к которому стремится техническая система:

«Идеальная машина» — это условный эталон, обладающий следующими особенностями: площадь объекта, с которым машина работает (то есть транспортирует, обрабатывает и т.п.), совпадают или почти совпадают с весом, объемом и площадью самой машины...

И еще одна особенность идеальной машины: все ее части все время выполняют полезную работу в полную меру своих расчетных возможностей» [1].

Метод преодоления противоречий на пути к идеальному техническому решению и был положен Г.С. Альтшуллером в основу ТРИЗ.

ТРИЗ применялась главным образом в утилитарном направлении: быстрое изобретательство, разработка несложных конструкций и вообще — поиск простых и эффективных технических решений. Однако концептуальные принципы, заложенные в ней, несмотря на свою простоту, применимы в гораздо более широком аспекте.

В плане формирования законов развития техники он сформулировал правило о том, что технические системы развиваются в направлении движения к «идеальной» технической системе.

С точки зрения поиска оптимального пути к «идеальной» технической системе, любая технология должна стремиться к полному или почти полному исключению «паразитных» операций, которые прямо не направлены на конечный результат, а являются сопутствующими.

Тенденции развития технологий

Дорожное строительство — это один из наиболее быстро развивающихся видов линейного строительства. Как правило, местный грунт мало подходил для дорожных оснований и одежд. Это приводило к тому, что для строительства дорог требовалось привезти тысячи кубометров качественного грунта из карьеров. Огромный объем таких грузоперевозок можно считать «паразитной» технологической операцией. Поэтому уже около века идет поиск методов использования для дорожного строительства местных материалов, их улучшения до необходимого уровня — технической мелиорации [2].

И в современных условиях одним из наиболее перспективных направлений научно-технического развития является поиск технологий и материалов для технической мелиорации грунта как для дорожного, так и для других видов линейного строительства, где предъявляются повышенные требования к замещающим грунтам [3].

В области грузоперевозок на дальние расстояния в качестве «паразитных» можно рассматривать перевалку грузов с одного транспорта на другой. В этом плане перспективным направлением следовало считать работу по снижению издержек на погрузо-разгрузочные операции. И такая работа, проводившаяся фактически с начала XX века, завершилась массовым переходом в 1960-е годы на контейнерные перевозки. После их внедрения фактически произошла революция в логистике, которая привела к кратному уменьшению издержек и времени на транспортировку грузов на большие расстояния [4].

На этих примерах видно, что магистральное движение развития технологий идет в направлении минимизации «паразитных» технологических операций. Выявление таких операций способно очертить оптимальное направление развития технологии, а в итоге — ускорить ее развитие.

Ретроспектива внедрения ГНБ в трубопроводном строительстве

По данным 1977 года, в среднем на 10 км линейной части магистрального трубопровода приходилось 0,6–1,7 пересечения дорог, или 60–195 м длины трубопровода [5]. Останавливать движение по дороге на время строительства сложно, а если

необходимо пересечь железную дорогу, то остановка движения вообще невозможна.

По этим причинам прокладка трубопроводов под дорогами бестраншейным способом уже давно стала обязательной.

Эти переходы отличались относительно небольшой протяженностью, что позволяло проложить трубопровод диаметром до 426 мм методом прокалывания, используя острый конический наконечник. При этом объем грунта, равный объему трубопровода, просто вдавливался в окружающее пространство, уплотняя окружающую породу. Как правило, если глубина трубопровода больше пяти его диаметров от верхней образующей, грунт не выдавливается на поверхность, что позволяет не нарушать конфигурацию дорожного покрытия.

Для трубопроводов относительно большого диаметра (820–1720 мм) применялся метод продавливания, который использует острую режущую кромку на переднем торце прокладываемого трубопровода. В этом методе разрабатываемый объем грунта не вдавливался, а рыхлился в забое и удалялся из него через трубопровод.

Понятно, что прокладываемый таким образом трубопровод подвергался мощному абразивному и режущему воздействию. Использовать трубы, на которых частично или полностью разрушена изоляция и имеются повреждения поверхности металла, в качестве частей магистрального трубопровода невозможно, и их применение ограничивалось кожухами, внутри которых протаскивался непосредственно трубопровод.

В 1960-х годах начинается активное внедрение заводских экструдированных полиэтиленовых покрытий труб, которые значительно повысили

защищенность трубопроводов. Это позволило существенно защитить трубопровод от внешних воздействий.

В 1971 году газопровод диаметром 4 дюйма и длиной 231,6 м был проложен под рекой Пайджеро (Pajaro River) новым способом бестраншейной прокладки «горизонтальное направленное бурение» (ГНБ), который был изобретен американским инженером Мартином Черрингтоном [6].

Этот небольшой трубопровод привлек внимание специалистов, началось совершенствование способа и одновременное расширение области применения.

Постепенно увеличивались диаметры прокладываемых трубопроводов и протяженность переходов.

Следует отметить, что в СССР быстро поняли перспективность этой технологии. В 1985 году Государственный комитет по науке и технике разрабатывает и внедряет программу создания оборудования для ГНБ, а в 1987 году на заводе «Уралмаш» изготавливается первая в СССР установка для горизонтального направленного бурения [7]. В это же время ученые ВНИИСТ приступили к отработке технологии прокладки трубопроводов способом ГНБ.

При этом методе прокладки трубопровод «плывет» в заранее пробуренной с поверхности на поверхность криволинейной скважине и, если технология точно соблюдена, подвергается относительно небольшим внешним воздействиям. Несмотря на то что при ГНБ трубопровод должен мало касаться стенок тоннеля, полностью избежать этого практически никогда не удается. Либо происходило осыпание скважины, либо трубопровод задевал стенки скважины на поворотах. Сразу же выясни-

лось, что чем диаметр трубопровода больше, тем больше этих проблем, обусловленных высокой изгибной жесткостью трубы. Стало фиксироваться много поврежденный изоляционного покрытия, а иногда и металла трубопровода. Это резко уменьшало количество оптимистов, и поначалу технология внедрялась не очень широко. Так, в 1984 году в США было сделано всего 12 переходов таким методом [8].

Физико-механических свойств экструдированных полиэтиленовых покрытий было недостаточно для гарантированной безотказной прокладки трубопроводов, однако ГНБ показало настолько очевидную эффективность бестраншейного строительства, что внимание стали привлекать технологии, которые позволили бы так прокладывать трубопроводы, но без грунтовых ограничений и невысокими рисками повреждения трубопровода при прокладке. Такая технология появилась в начале 1980-х. Это было «микротоннелирование». Сначала эта технология использовалась как метод формирования бетонного трубопровода в грунте, а потом в микротоннеле стали протаскивать трубопроводы (рисунок 1). Микротоннелирование оказалось весьма востребованным, однако стоимость его для нефтегазового трубопроводного строительства ограничивала его широкое внедрение.

В начале 2000-х для длинных переходов, сооружаемых способом ГНБ, фирма Herrenknecht AG апробировала специальные



Рисунок 1. Микротоннелирование [9]



Рисунок 2. Применение доталкивателя при ГНБ [10]

доталкиватели (рисунок 2). Применение этих устройств привнесло в технологию ГНБ новое качество. Так, применение доталкивателя позволяло эвакуировать дюкер из скважины при его застревании; появилась возможность понизить тяговое усилие на буровых штангах, что уменьшало осыпание скважины из-за разбухания натянутыми буровыми штангами верхнего свода скважины.

Доталкиватели сейчас становятся вполне обычным дополнительным инструментом при прокладке трубопроводов большого диаметра способом ГНБ.

Одновременно с совершенствованием ГНБ и микротоннелирования велось создание и внедрение специальных защитных покрытий трубопроводов. Это позволяло не только уменьшить повреждаемость трубопроводов при ГНБ, но и вдавливать трубопровод в грунт, преодолевая абразивные воздействия. В 2010-е годы фирма Herrenknecht AG предложила новую технологию бестраншейной прокладки трубопроводов Direct Pipe®, которая в России стала называться ГНБЩ — горизонтальное направленное бурение щитом (рисунок 3).

Фактически это была комбинация технологии микротоннелирования с использованием вместо основной домкратной станции доталкивателя, о кото-

ром шла речь выше. Технология позволяла, как и при ГНБ, прокладывать заранее подготовленный (сваренный и испытанный) дюкер, продавливая его в скважину вслед за микротоннельным щитом. Однако воздействия на поверхность трубопровода при ГНБЩ значительно выше, чем при ГНБ, что предъявляет высокие требования к прочностным свойствам защитного покрытия.

Земляные работы в трубопроводном строительстве

Рассмотрим одну из основных технологических операций трубопроводного строительства — укладку подземного трубопровода.

При сооружении подземного трубопровода необходимо сначала вырыть траншею, если необходимо — привезти мягкий грунт, потом положить трубопровод на выровненное дно траншеи и засыпать его.

Таким образом, на один объем трубопровода, в зависимости от условий, потребуется выкопать, а потом засыпать обратно грунт в объеме от 5 до 20 и более объемов трубопровода (рисунок 4). Очевидно, что такая технология совершенно не может считаться близкой к эталону — «идеальной» технологии, т.к. имеет место колоссальный объем «паразитной» работы.

«Паразитная» работа — это признак наличия технического противоречия: чтобы опустить трубопровод под поверхность грунта, следует сначала убрать грунт, потом положить трубопровод, а после — обратно его засыпать.

Исходя из «идеальности», следует стремиться к такой технологии, при которой объем выкопанного грунта будет равен объему трубопровода. В этом смысле бестраншейные технологии — ГНБ и ГНБЩ (Direct Pipe®) — почти идеально решают задачу укладки трубопровода на проектные отметки.

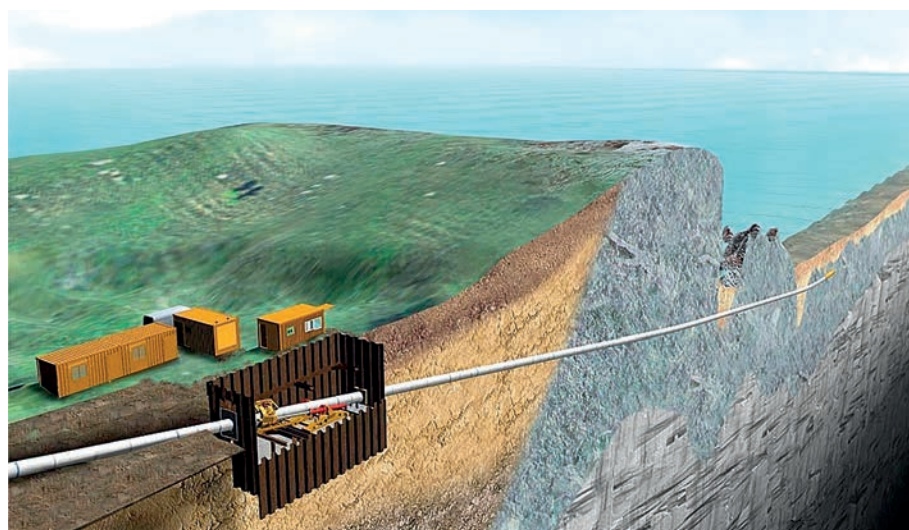


Рисунок 3. Технология Direct Pipe® — выход в море [10]



Рисунок 4. Траншейная укладка трубопровода в тяжелых условиях

Однако возникают следующие проблемы:

- высокие риски повреждения поверхности трубопровода при прокладке;
- низкая ремонтпригодность трубопровода, обусловленная большой глубиной его размещения.

Эти проблемы можно охарактеризовать как технические противоречия, возникающие взамен имевшихся ранее:

- недостаточная стойкость поверхности трубопровода при воздействиях, возникающих при продольном перемещении трубопровода в грунтовой массе;
- сложность доступа к глубоко расположенному трубопроводу.

Высокие издержки, возникающие при преодолении указанных проблем, связанные с высокой стоимостью дополнительных защитных покрытий и назначением увеличенной толщины стенки труб из-за низкой ремонтпригодности, приводят к тому, что бестраншейные технологии эффективно применяются в условиях, когда траншейная укладка исключительно сложна

или экологически недопустима: переходы через естественные и искусственные препятствия.

В этой области применения технические противоречия очевидны: ремонтпригодность трубопровода становится исключительно низкой, из-за этого применяемые покрытия необходимы очень надежные, а значит — дорогие. Из этого замкнутого круга попыталась вырваться немецкая компания Herrenknecht AG, кото-

рая предложила принципиально отличающуюся от существующих технологию Pipe Express® [11], являющуюся упрощенной комбинацией существующих бестраншейных технологий для замены традиционных траншейных (рисунок 5).

Это техническое решение позволяет относительно просто решать проблему глубины залегания бестраншейно проложенных трубопроводов, упрощает конструкцию трубной плети, так как не требует размещения внутри нее транспортных коммуникаций для бурового раствора, шлама и т.п. Его можно рассматривать как вариант решения проблемы неглубокой бестраншейной прокладки трубопровода, вскоре наверняка появятся и другие подобного рода бестраншейные технологии.

Однако остается не до конца решенной проблема, препятствующая повсеместному применению таких технологий, — большая абразивная нагрузка на поверхность трубопровода, которая часто приводит к разрушению противокоррозионной защиты, а иногда и к повреж-



Рисунок 5. Иллюстрация технологии Pipe Express [11]

дению поверхности металла; и отсутствие недорогого защитного покрытия.

На сегодня это техническое противоречие не устранено окончательно. Сейчас довольно интенсивно создаются специальные защитные покрытия, обеспечивающие высокую степень защиты трубопровода от механических воздействий. Однако эти покрытия остаются чрезмерно дорогими и не вполне технологичными. Понятно, что создание достаточно недорогих и технологичных защитных покрытий позволит бестраншейным технологиям приблизиться к «идеальным».

Разработчикам покрытий следует учитывать, что для снижения стоимости при замене траншейных технологий можно в некоторой степени пожертвовать надежностью защиты, так как ремонтпригодность неглубоко проложенного трубопровода достаточно высока. В этом направлении появляются широкие возможности для изобретателей и производителей.

Сопутствующие эффекты новых технических решений

При вскрытии траншеи нарушается грунтовый покров, который природа создавала столетиями. Плотный слежавшийся грунт убирается, и на его место засыпается разрыхленный с высокой

водопроницаемостью. В результате возникает рыхлая полоса, в которой начинают скапливаться поверхностные и подповерхностные воды, что приводит к обводнению траншеи и развитию эрозионных процессов.

И этот процесс длится до завершения консолидации грунта, которое может занять от одного до нескольких лет.

Обводнение траншеи приводит к существенному изменению физико-механических свойств грунта, что зачастую ведет к недопустимой подвижности трубопровода. Поэтому в увлажненных траншеях часто необходимо применение дорогостоящей балластировки или закрепления трубопроводов.

В отличие от траншейной прокладки, при бестраншейных способах строительства коренной грунт почти не нарушается, что значительно уменьшает эрозионные процессы, при этом балластировка и закрепление зачастую не требуются.

Заключение

Технологии развиваются в соответствии с общими принципами развития технических систем. Сущность этих принципов — стремление к «идеальному» техническому решению, в котором, в том числе, отсутствуют «паразитные», фактически — напрасные затраты ресурсов. Выявление

этих нерациональных технологических операций указывает необходимый вектор развития, фокусирует на задачах, направленных на преодоление технических противоречий, разрешение которых позволит приблизиться к желаемой цели.

Трубопроводное строительство быстро и уверенно движется в направлении широкого внедрения различных бестраншейных способов укладки. Понятно, что в ближайшей перспективе технологии по типу ГНБ и ГНБЩ будут активно развиваться, что потребует серьезной работы по созданию и научному осмыслению необходимых параметров покрытий с весьма высокими защитными свойствами. И такая работа уже сейчас ведется. Ряд зарубежных и отечественных производителей более или менее успешно ведут работы в этом направлении, постепенно в нее включаются ученые ООО «Газпром ВНИИГАЗ». Развитие бестраншейных технологий сейчас сдерживается недостаточно высоким техническим уровнем защитных покрытий, их высокой стоимостью и низкой технологичностью. Создание защитных покрытий трубопроводов с высокой абразивной стойкостью — это очевидное движение в перспективном направлении развития технологий трубопроводного строительства.

Использованная литература

1. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. — М.: Московский рабочий, 1973. — 296 с.
2. Славуцкий А.К., Волков В.Г., Курденков Б.И., Ногай В.А., Ромаданов Г.А., Славуцкий О.И. Дорожные одежды из местных материалов / Под ред. А.К. Славуцкого. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Транспорт, 1977. — 264 с.
3. Спектор Ю.И., Бабин Л.А., Валеев М.М. Новые технологии в трубопроводном строительстве на основе технической мелиорации грунтов. — М.: Недра, 1996. — 208 с.
4. „M.P. McLean, 87, Container Shipping Pioneer“ by Wolfgang Saxon, *The New York Times*, May 29, 2001
5. Лавров Г.Е., Саттаров Т.Х. Механизация строительства переходов магистральных трубопроводов под автомобильными и железными дорогами. М.: Недра, 1977. — 136 стр.
6. www.zevs-r.ru/articles/istoriya-zarozhdeniya-tekhnologii-gnb
7. www.gnb-vektor.ru/history_gnb
8. *Horizontal Directional Drilling / Utility and pipeline applications.* Copyright © 2005 by The McGraw-Hill Companies, Inc., McGraw-Hill
9. *Onshore Pipelines. The road to success. An IPLOCA document — 3rd edition September 2013. Volume 1.* © Copyright IPLOCA 2011
10. Доклад В. Анищенко, гл. инженера ООО «Херренкнехт тоннельсервис». «Новые технологии Herrenknecht AG в области ГНБ на крупных трубопроводных проектах: устройство переходов с применением буровых установок класса Mega и Maxi, доталкиватель труб, технология Direct Pipe»
11. www.herrenknecht.com/en/products/productdetail/pipe-express

В ЦЕЛОСТИ И СОХРАННОСТИ

«КОЛЬЧУГА» — это композиционный материал на основе модифицированного полиэтилена, армированного стеклоровингом. Он предназначен для надежной защиты наружного антикоррозионного покрытия и металла трубы от механических повреждений при траншейной и бестраншейной прокладке в сложных грунтовых условиях.

В ноябре 2023 года «Северсталь» подтвердила техническую возможность производства труб большого диаметра с защитным покрытием «КОЛЬЧУГА», получив согласование допуска к применению от постоянно действующей комиссии ПАО «Газпром» по приемке новых видов трубной продукции.

Трубы с инновационным стеклотермопластовым покрытием «КОЛЬЧУГА» выпускают на Ижорском трубном заводе, расположенном в Колпинском районе Санкт-Петербурга. На производственной площадке в 2022 году была смонтирована и запущена в производство уникальная установка по нанесению данного вида покрытия.

Применение труб с защитным покрытием «Кольчуга» позволяет значительно снизить риск механических повреждений антикоррозионного покрытия и является эффективным решением при прокладке и ремонте магистральных газопроводов в сложных грунтовых условиях, таких как скальные или многолетнемерзлые грунты, переходы под естественными и искусственными преградами.

Новый вид продукции был освоен совместно с компанией АО «МЕТАКЛЭЙ» — ведущим российским производителем полимерных композиций для изоляции металлоизделий. «МЕТАКЛЭЙ» является разработчиком и технологии, и оборудования для нанесения инновационного стеклотермопластового покрытия поверх заводского полиэтиленового

с целью его защиты при дальнейшей эксплуатации труб.

«Данная технология запатентована. На сегодняшний день она единственная в России, аналогов производства такого покрытия нет. Есть похожие продукты, но они менее экологически безопасные», — рассказал генеральный директор АО «МЕТАКЛЭЙ» Сергей Штепа.

Для подтверждения свойств нового вида продукции «Северсталь» успешно провела в профильных институтах многочисленные испытания, которые подтвердили стойкость и надежность покрытия. В частности, экспертная группа «Газпром ВНИИГАЗ» провела производственную аттестацию технологического процесса нанесения защитного покрытия на трубы и лабораторные испытания образцов труб для подтверждения свойств покрытия. В г. Волжском были проведены стендовые испытания труб на стойкость к удару, прорезанию, сдвигу и статическим нагрузкам, а в Волгоградской области — опытно-промышленное применение «Кольчуги» при бестраншейной прокладке газопровода методом горизонтального направленного бурения на переходах через водные преграды.

«Обеспечение долговечности и безаварийности работы трубопроводов — задача, которую мы решаем совместно с нашими заказчиками и партнерами. Уверены, что новое техническое решение «Северстали» позволит заметно снизить риски появле-

ния дефектов антикоррозионного покрытия и металла труб при прокладке и эксплуатации трубопроводов», — отметил руководитель направления продуктивных инноваций «Северстали» Сергей Юдин.

Отличительные особенности «КОЛЬЧУГИ»:

- Базовый материал для создания «КОЛЬЧУГИ» — стеклотермопластовая лента — выпускается на территории РФ из отечественного сырья.
- Отсутствие полиэфирных и иных токсичных компонентов в базовом материале покрытия.
- Трубную продукцию после нанесения «КОЛЬЧУГИ» можно сразу отгружать авто- или ж/д транспортом без внесения изменений в схемы погрузки.
- Минимально возможное увеличение внешнего диаметра трубопровода, толщина «КОЛЬЧУГИ» для бестраншейной прокладки — от 6 мм.
- Снижение затрат на транспортные и строительно-монтажные расходы ввиду небольшого веса «КОЛЬЧУГИ» (50 кг/м.п. трубы 1420 мм).
- Ремонтопригодность покрытия в различных климатических условиях, в том числе при минусовых режимах, в Заполярье.
- Облегченный по сравнению с бетонными защитными покрытиями вес трубы способствует уменьшению количества роликов, выводимых из строя в процессе строительных работ при бестраншейной прокладке трубопровода.
- Отсутствие влияния «КОЛЬЧУГИ» на радиус упругого изгиба трубопровода. Принимается значение не менее минимального значения радиуса упругого изгиба стальной трубы без покрытий.
- Увеличение кольцевой жесткости труб с «КОЛЬЧУГОЙ» более чем на 60% по сравнению с трубами без нее.
- Зона сварных кольцевых соединений трубопровода с «КОЛЬЧУГОЙ» защищается путем трассового монтажа специальных конструкций, прошедших полный комплекс испытаний и аттестованных в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (ПАО «Газпром»).

Трубы с наружным защитным стеклотермопластовым покрытием «КОЛЬЧУГА»

- Высокая стойкость к механическим повреждениям
- Снижение затрат на строительство и эксплуатацию
- Надземный, бестраншейные и траншейные способы прокладки

Сергей Юдин
Руководитель направления
продуктовых инноваций
и решений

sv.iudin@severstal.com
+7 (913) 209 19 90





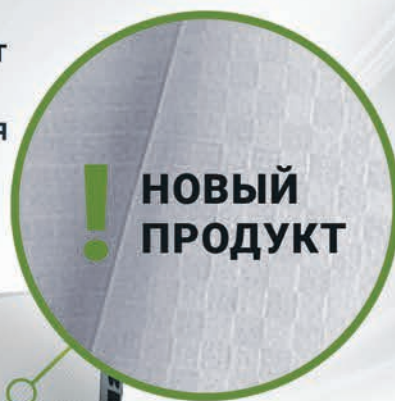
HORIZONT
ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ГНБ



www.bentolux.ru

BENTOLUX HORIZONT TN-PREMIUM

БЕНТОНИТОВЫЙ
структурообразователь
бурового раствора
для производства работ
методом ГНБ
и микротоннелирования



БЕНТОНИТОВЫЙ СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛЬ
БУРОВОГО РАСТВОРА ДЛЯ ГНБ

ПРОДУКТ
ПРЕДНАЗНАЧЕН
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ
МЕТОДОМ ГНБ



**BENTOLUX
HORIZONT**

БЕНТОНИТОВЫЙ СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛЬ
БУРОВОГО РАСТВОРА ДЛЯ ГНБ

ТУ 2458-010-81065795-2016

25 kg

**25
kg**

**BENTOLUX
HORIZONT**
БЕНТОНИТОВЫЙ
СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛЬ
БУРОВОГО РАСТВОРА
ДЛЯ ГНБ

310-81065795-2016

Бентолукс (Бентолукс Горизонт) –
высококачественный бентонит на основе глины
содержащий незначительное
количество инертных
веществ, для бурения горизонтально-
наклонных скважин и бестраншейной прокладки
канализации.

Вещество на основе Bentolux Horizont
предназначено для использования в качестве
структурообразователя бурового раствора
при выполнении работ методом ГНБ.
Через 10 минут после приготовления раствора
можно приступать к работе.

При работе с раствором
следует соблюдать меры безопасности:
использовать средства индивидуальной
защиты (очки, перчатки, респиратор),
не допускать попадания раствора на кожу,
не пить, не курить, не есть, не пить,
не использовать раствор для приготовления
пищи.

Получить подробную информацию
о продукте можно по телефону
8 (8553) 37-12-30 или по электронной почте
info@baulux-group.ru

25 kg

ПРОИЗВЕДЕНО В РОССИИ

Меры предосторожности:
При работе с раствором
следует соблюдать меры
безопасности:
использовать средства индивидуальной
защиты (очки, перчатки, респиратор),
не допускать попадания раствора на кожу,
не пить, не курить, не есть, не пить,
не использовать раствор для приготовления
пищи.

Срок годности:
В сухом состоянии, на
поддонах, в оригинальной
упаковке, срок годности –
24 месяца со дня
изготовления.

Внимание!
При работе с раствором
следует соблюдать меры
безопасности:
использовать средства индивидуальной
защиты (очки, перчатки, респиратор),
не допускать попадания раствора на кожу,
не пить, не курить, не есть, не пить,
не использовать раствор для приготовления
пищи.



ГДЕ КУПИТЬ?



БОЛЬШЕ
О ПРОДУКТЕ



- ▶ Увеличивает вязкость буровых растворов на основе пресной воды.
- ▶ Образует тонкую малопроницаемую фильтрационную корку.
- ▶ Обладает улучшенной выносящей способностью.
- ▶ Свойства продукта стабильны во времени.



ООО «Баулукс»

г. Альметьевск, ул. Объездная, 9А
+7 (8553) 37-12-30
info@baulux-group.ru

г. Казань, ул. Тулпар, 7
+7 (843) 222-02-11
kazan@baulux.org



HORIZONT
ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ГНБ

СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛИ И РЕАГЕНТЫ ДЛЯ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ



www.bentolux.ru

BENTOLUX HORIZONT **MX**

ЭКОЛОГИЧНЫЙ МАЛОПОЛИМЕРИЗОВАННЫЙ
БЕНТОНИТОВЫЙ СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛЬ

BENTOLUX HORIZONT

PHPA

Инкапсулянт
выбуренной
породы



- ✓ создан на основе высококоллоидальных глин
- ✓ быстро диспергируемый
- ✓ обладает высокой выносной способностью
- ✓ рекомендован к применению на длинные переходы с большим диаметром



BENTOLUX HORIZONT

PAC-HV

Полианионная
целлюлоза



BENTOLUX HORIZONT

LUB-ULTRA

Смазывающая
добавка



BENTOLUX
HORIZONT

VIS

Биополимер



ГДЕ КУПИТЬ?



ООО «Баулукс»

г. Альметьевск,
ул. Объездная, 9А
+7 (8553) 37-12-30
info@baulux-group.ru

г. Казань,
ул. Тулпар, 7
+7 (843) 222-02-11
kazan@baulux.org

БОЛЬШЕ
О ПРОДУКТЕ



КРУГЛЫЙ СТОЛ «ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ В ГНБ»

УЧАСТНИКИ:



**Антон Витальевич
ПРОСКУРИН,**
руководитель
направления
защитных материалов
АО «МЕТАКЛЭЙ»,
г. Москва



**Сергей
Владимирович
МЕЛИКОВ,**
директор по науке
и технологиям
ООО «БТ-СВАП»,
г. Москва



**Евгений
Андреевич
НАСОНОВ,**
начальник
отдела продаж
ООО «Трубопро-
водные покрытия
и технологии» («ТПТ»),
Волгоградская обл.



**Александр
Юрьевич
БОЙЦОВ,**
генеральный
директор ООО «НПО
«СпецПолимер»,
г. Москва



**Сергей
Валерьевич
ЮДИН,**
руководитель
направления
продуктовых
инноваций и решений
для энергетических
компаний АО «Север-
сталь менеджмент»,
г. Москва

Что собой представляет защитное покрытие трубопроводов, предлагаемое вашей компанией? За счет чего обеспечивается сохранность трубопровода и его изоляционного покрытия при протягивании в скважину при реализации бестраншейного строительства с применением технологии ГНБ (ННБ)?

» **«МЕТАКЛЭЙ»,
А.В. Проскурин:**

Наружное защитное стеклотермопластовое покрытие типа «КОЛЬЧУГА» трубопроводов представляет собой композиционный

материал, однонаправленно армированный стеклоровингом и термопластичным связующим на основе модифицированного полиэтилена с комплексом добавок для придания материалу повышенной стойкости к термоокислительной деструкции в процессе переработки и эксплуатации. Сохранность трубопровода и его изоляционного (антикоррозионного) покрытия при протягивании в скважину в рамках реализации бестраншейного строительства с применением технологии ГНБ (ННБ) обеспечивается за счет высоких показате-

лей стойкости покрытия к воздействию механических нагрузок: стойкость к прокалыванию, стойкость к продольному врезанию, стойкость к удару.

» **«БТ-СВАП»,
С.В. Меликов:**

Защитное покрытие стальных трубопроводов «ЗУБ-Композит» — многослойная конструкция типа «труба в трубе»: над трубой по коаксиальной схеме установлена оцинкованная оболочка, межтрубное пространство под давлением заполнено цементно-песчано-полимерной смесью

с фиброй, которая и защищает изоляционное покрытие стального трубопровода. Оцинкованная оболочка также является важной частью конструкции, так как при ее наличии исключается расширение и разрушение слоя цементно-песчано-полимерной смеси внутри.¹

» «ТПТ»,

Е.А. Насонов:

Наше защитное бетонное покрытие представляет собой слой армированного бетонного покрытия толщиной не менее 15 мм. Сохранность трубопровода обеспечивается за счет высокой адгезии бетонного покрытия к изоляционному покрытию стальной трубы и стойкости бетонного покрытия выдерживать внешние механические, химические и термические воздействия за счет идеально подобранного гранулометрического состава заполнителей бетонной смеси в совокупности с технологией высокой контролируемой

энергией нанесения материалов на трубу («набрызга»).

» НПО «СпецПолимер»,

А.Ю. Бойцов:

Система защитного композитного покрытия «Карбофлекс УЗТ» — это двухкомпонентная система на основе поликарбамида, обладающего выдающимися физико-механическими свойствами (бесшовность, механическая прочность, стойкость к абразивному износу, влагостойкость, морозостойкость и т.д.) при сохранении высокой эластичности покрытия.

» «Северсталь менеджмент»,

С.В. Юдин:

Защитное стеклотермопластовое покрытие труб, предлагаемое нашей компанией, представляет собой многослойный композитный материал на основе модифицированного полиэтилена с термо- и светостабилизаторами, армированного однонаправленным прямым стеклоровингом. Сохранность трубопровода

и его изоляционного покрытия при протягивании в скважину в процессе бестраншейного строительства с применением технологии ГНБ (ННБ) обеспечивается за счет прочности защитного стеклотермопластового покрытия.

Опишите технологию нанесения вашего защитного покрытия.

По каким критериям оценивается качество защитного покрытия после нанесения?

» «МЕТАКЛЭЙ»,

А.В. Проскурин:

Композитную стеклотермопластовую ленту наносят методом послойной намотки на вращающуюся стальную трубу с антикоррозионным покрытием в режиме термосварки. При нанесении покрытия соблюдают угол между кромкой ленты и осью трубы — угол намотки. Заданный угол обеспечивается шагом перемещения ленты при полном обороте трубы. Стеклотермопластовую ленту наносят на трубу



¹ Источник доп. комментария: доклад А.В. Плавина (февраль 2023 года)

■ КРУГЛЫЙ СТОЛ

с антикоррозионным покрытием в нагретом состоянии (выше температуры плавления термопластичного связующего, но не более 260 °С во избежание термодеструкции связующего компонента) при равномерном движении каретки, на которой установлен рулон с материалом. Поверхность антикоррозионного покрытия также нагревают до температуры не менее 80 °С. Заданные режимы нагрева ленты и АКП обеспечивают режим термосварки. Требуемая толщина покрытия достигается за счет намотки необходимого количества слоев ленты. Количество слоев рассчитывают исходя из технических параметров ленты.

Для достижения оптимальных прочностных характеристик покрытия намотку производят перекрестным способом в несколько проходов каретки вдоль трубы в прямом и обратном направлении. Количество проходов зависит от установленного шага намотки, толщины ленты и требований к толщине покрытия. Качество защитного покрытия после нанесения оценивается в объеме периодических и приемо-сдаточных испытаний в соответствии с техническими условиями заводов-изготовителей труб с наружным защитным покрытием по ряду критериев (внешний вид, толщина покрытия, стойкость к удару, стойкость к прокалыванию, стойкость к продольному врезанию при нагрузке, сопротивление сдвигу, межслойная адгезия стеклотермопластового покрытия, устойчивость к термоциклированию).

» «БТ-СВАП»,
С.В. Меликов:

На стальную трубу устанавливается оцинкованная оболочка



с большим диаметром (зависит от толщины защитного покрытия). Оболочка выполняется из оцинкованной ленты методом навивки с образованием внутренних фальцевых замков. Далее под давлением в межтрубное пространство подается цементно-песчано-полимерная смесь с фиброй, которая после отвердевания и создает основу защитного покрытия.² Контроль сплошности заполнения под оболочкой осуществляется эмиссионно-акустическим методом.

» «ТПП»,
Е.А. Насонов:

Нанесение защитного бетонного покрытия в ООО «Трубопроводные покрытия и технологии» производится методом набрызга.

Приготовление бетонной смеси производится на бетонном заводе, интегрированном в технологический процесс производства обетонированных труб. Весь процесс приготовления бетонной смеси полностью автоматизирован за счет применения компьютерной системы управления. Однородность смеси обеспечивается автоматизированной системой контроля и управления дозированием материалов, процессом перемешивания материала, нанесения бетонного покрытия. В смесителе готовится бетон, который равномерно выгружается и через питающий и ускоряющий конвейер подается на валки. Валки, частота вращения которых составляет порядка 2000 об/мин, производят набрызг бетона на враща-

² Источник доп. комментария: доклад А.В. Плавина (февраль 2023 года)

ющуюся трубу, перемещающуюся под валками на тележке обетонирования. Нанесение покрытия производится послойно, каждый последующий слой все более уплотняет уже нанесенный. Высокая уплотненность покрытия, обеспечиваемая методом нанесения, позволяет получать бетон без воздухововлечения (отсутствие пор), что гарантирует его высокую механическую прочность, сплошность, однородность, трещиностойкость. После нанесения покрытия производится тепло-влажностная обработка бетона в автоматизированных пропарочных камерах, позволяющих достичь 70–80% проектной прочности уже через 16–18 часов. Таким образом, в первые сутки трубы без риска можно транспортировать.

Качество продукции оценивается по результатам приемосдаточных испытаний, к которым относятся измерение диаметра трубы после нанесения защитного бетонного покрытия, определение толщины бетонного покрытия, а также его прочность. Кроме того, при проведении периодических испытаний продукции на соответствие требованиям технических условий проводятся следующие виды испытаний: водопоглощение и морозостойкость бетона по образцам-кубам в лаборатории, ударная прочность защитного бетонного покрытия, сопротивление бетонного покрытия сдвиговым нагрузкам относительно антикоррозионного покрытия стальных труб, стойкость трубы с защитным бетонным покрытием к знакопеременному изгибу, стойкость защитного бетонного покрытия к продольному врезанию, стойкость защитного бетонного покрытия к прокалыванию.

» **НПО «СпецПолимер»,
А.Ю. Бойцов:**

«Карбофлекс УЗТ» представляет собой смонтированную на газопровод защитную оболочку толщиной 6 мм поликарбамидной природы. Монтаж средства защиты труб выполняется методом горячего безвоздушного напыления мгновенноотверждаемого (5–10 сек.) поликарбамидного покрытия «Карбофлекс УЗТ». Покрытие легко наносится как на горизонтальную, так и на вертикальную поверхность. Поэтому нанесение может осуществляться как в заводских, так и в трассовых условиях. В заводских условиях труба вращается вокруг своей оси, а защитное покрытие наносится с помощью каретки поступательно движущейся по всей длине трубы. В трассовых условиях предусмотрено как поступательное движение трубы, так и вращение трубы вокруг своей оси.³

» **«Северсталь менеджмент»,
С.В. Юдин:**

Защитное покрытие на наших заводах наносят на наружное антикоррозионное покрытие трубы по технологии многослойной намотки композитной однонаправленной стеклотермопластовой ленты при горизонтальном вращении трубы. При нанесении производят нагрев горячим воздухом ленты и поверхности предыдущего слоя покрытия до температуры расплавления термопластов с целью сплавления их в зоне контакта.

Какие виды испытаний проводились для оценки эффективности вашего защитного покрытия? Расскажите, пожалуйста, о результатах. Планируются ли в ближайшее время еще какие-то испытания?

» **«МЕТАКЛЭЙ»,
А.В. Проскурин:**

Ввиду отсутствия нормативных требований к защитным стекло-термопластовым покрытиям труб и зон сварного стыка проведен расширенный комплекс лабораторных и стендовых испытаний в рамках выполнения НИОКР при участии специалистов ООО «Газпром ВНИИГАЗ». Для оценки эффективности защитного покрытия проводились лабораторные испытания композитной стеклотермопластовой ленты и готового покрытия при различных температурах, в том числе после гидравлических испытаний (растяжение, модуль упругости на растяжение, относительное удлинение при растяжении, прочность и модуль упругости при изгибе, модуль упругости при сжатии, межслойная прочность на сдвиг, температура размягчения по Вика, твердость по Шору «D», определение УФ стойкости, определение плотности гидростатическим взвешиванием, определение коэффициента статического (сухого) и мокрого трения в паре «тело — контртело» (в), определение межслойной прочности на сдвиг (слоя Металенты относительно защитного ПЭ слоя трехслойного покрытия), определение адгезии при отрыве, удельное электросопротивление (объемное, поверхностное), сопротивление разрушениям в условиях ползучести, определение коэффициента Пуассона при растяжении). Также проводились стендовые испытания трубных образцов с защитным стеклопластиковым покрытием по ряду показателей (стойкость к продольному врезанию усилением скребковой платформы с усилием на резец не менее 14 кН; стойкость к прокалыванию с усилием

³ Источником доп. комментария: доклад А.Ю. Бойцова (февраль 2023 года)

на резец не менее 70 кН; стойкость к удару с усилием на резец не менее 400 Дж; прочность адгезионного контакта (сопротивление сдвигу по АКП); определение кольцевой жесткости). Испытания проводились на образцах с покрытием как основной трубы, так и на участках с имитацией зоны сварного кольцевого соединения и его защиты. Дополнительно проведены полигонные гидравлические и пневматические испытания труб стальных электросварных прямошовных для линейных участков газопровода со смонтированной на обоих краях испытуемого трубопровода защитно-усиливающим стеклотермопластовым покрытием «КОЛЬЧУГА». Подтверждена способность покрытия вызывать «усиливающий эффект» и «эффект сдерживания распространения трещин», проявляющийся в уменьшении значений компонент тензора напряжений в стенке трубопровода, работающего под внутренним избыточным давлением.

» **«БТ-СВАП»,**
С.В. Меликов:

Покрытие «ЗУБ-Композит» неоднократно прошло полный цикл испытаний, предусмотренных требованиями ПАО «Газпром» для данного вида покрытий: испытания на удар, на сдвиг, на продир, на силовое смятие. По результатам испытаний защитному покрытию «ЗУБ-Композит» присвоен высший класс прочности (VI). Были также вопросы к нашему покрытию из-за оцинкованной оболочки по поводу оценки работоспособности системы химзащиты. Проведенные испытания подтвердили, что оцинкованная оболочка никак не влияет на работоспособность



электрохимической защиты трубопровода.⁴

» **«ТПТ»,**
Е.А. Насонов:

Виды испытаний устанавливаются и проводятся в соответствии с требованиями технических условий «Трубы с наружным защитным бетонным покрытием». Данные технические условия аттестованы в ООО «Газпром ВНИИГАЗ». Результаты испытаний позволяют с уверенностью рекомендовать применение нашего бетонного покрытия в целях защитного средства трубопровода при любых методах укладки трубопровода, в том числе бестраншейным методом.

» **НПО «СпецПолимер»,**
А.Ю. Бойцов:

В 2021-м и 2002 году были проведены комиссионные стендовые испытания с применением системы защитного наружного

покрытия «Карбофлекс УЗТ». В ходе испытаний подтверждена стойкость комплексной системы защитного покрытия толщиной не менее 8 мм, состоящей из антикоррозионного защитного покрытия «Карбофлекс» толщиной не менее 2 мм и защитного покрытия «Карбофлекс УЗТ» толщиной не менее 6 мм.

Проведенный контроль качества подтвердил соответствие показателей конструкций наружного защитного покрытия в рамках приемо-сдаточных испытаний требованиям технических условий.

С учетом стендовых и лабораторных испытаний были проведены опытно-промышленные испытания комплексного защитного покрытия «Карбофлекс УЗТ», предварительно нанесенного на две трубы диаметром 1420 мм в цеховых условиях. Сварные стыки труб изолировались в трассовых условиях при температуре -20 °С на подводном

⁴ Источник доп. комментария: доклад А.В. Плавина (февраль 2023 года)

переходе р. Таб-Яху. По результатам нанесения системы защитного наружного покрытия «Карбофлекс УЗТ» на трубу 1420 мм было проведено комиссионное обследование состояния изоляционного покрытия труб, проложенных методом ГНБ. Дефектов покрытия не выявлено.

» **«Северсталь менеджмент»,
С.В. Юдин:**

На нашем производстве для оценки эффективности защитного стеклотермопластового покрытия изготовленных труб проводятся как приемо-сдаточные, так и периодические испытания. К приемо-сдаточному относится испытание по определению межслойной адгезии при отслаивании (должно быть не менее 20 Н/см отслаиваемой полосы). К периодическим относятся испытания на определение межслойной адгезии методом нормального отрыва (не менее 0,6 МПа), определение межслойной адгезии при отслаивании после выдержки 1000 ч в воде (не менее 20 Н/см отслаиваемой полосы), определение стойкости к термоциклированию при температурах от -60 °С до +20 °С (не менее пяти циклов). Помимо вышеуказанного, также проводим стендовые испытания на стойкость к продольному врезанию индентором при нагрузке (не менее 14 кН), стойкость к прокалыванию индентором (не менее 70 кН), стойкость к удару индентором (не менее 400 Дж), сопротивление сдвигу (не менее 0,6 МПа). Также мы проводим тесты продукции, выходящие за рамки стандартных испытаний. Например, на производственной площадке Ижорских заводов труба диаметра 1420 мм с толщиной стенки

15,7 мм и толщиной покрытия «КОЛЬЧУГА» 6 мм была зацеплена за грузовиком и таскалась по гравию с фракцией 20–40 мм щебня. Протащили мы ее порядка 300 м. После чего проверили сплошность защитного покрытия, пробития не было обнаружено. Вес трубы — порядка 9 тонн.

Второй эксперимент — имитация ГНБ (ННБ) в Ленинградской области. Сварили плетъ из четырех труб 720 мм, плетъ была порядка 40 м. Толщина покрытия — не менее 6 мм. После того как извлекли плетъ, проверили также сплошность покрытия, пробития обнаружено не было.⁵

Есть ли примеры практического использования вашего защитного покрытия трубопроводов в отрасли бестраншейного строительства трубопроводов?

» **«МЕТАКЛЭЙ»,
А.В. Проскурин:**

Трубы с защитным стеклотермопластовым покрытием типа «КОЛЬЧУГА» выпускаются на производственных площадках лидеров металлургической отрасли: ПАО «Северсталь» (АО «Ижорский трубный завод») и ПАО «ТМК» (АО «Волжский трубный завод»). Практическое применение трубной продукции осуществлено при реализации объекта капитального ремонта подводного перехода через р. Таб-Яха (диаметр 1420 мм и протяженность 840 м) и в рамках реализации инвестиционного проекта «Расширение ЕСГ для обеспечения подачи газа в газопровод «Южный поток» подводный переход через Пруд на пяти подводных переходах (диаметром 1420 мм и общей протяженностью более 4500 м).

» **«БТ-СВАП»,
С.В. Меликов:**

К настоящему времени введено в эксплуатацию более 10 объектов, сооружение которых осуществлялось с применением труб с защитным покрытием «ЗУБ-Композит» при бестраншейном строительстве трубопроводов с применением технологий ГНБ (ННБ), Direct Pipe и продавливания. Еще порядка 10 будут реализованы в ближайшие месяцы. Диаметры проложенных трубопроводов варьируются от 426 мм до 1420 мм. По всем реализованным объектам имеются положительные отзывы заказчиков.

Первый положительный опыт — переход через р. Шексна с применением технологии ГНБ (ННБ), сложные грунты. За 10 часов была протянута плетъ длиной 904 м. В Словакии была серия переходов под дорогами методом продавливания. Именно там впервые успешно применили защиту стыка методом заливки полиуретановым компаундом. Методом Direct Pipe был проложен кожух длиной 360 м диаметром 1000 мм. На этом объекте приходилось подстраивать конструкцию защитного покрытия под особенности технологии. Вследствие чего на сегодняшний момент мы можем делать оболочку гладкую, как стол.

Совсем недавний проект — несколько переходов диаметром 800 мм. Для его реализации мы предложили усиленную конструкцию защиты стыка, позволяющую создавать равнопрочностную и равножесткую конструкцию всего трубопровода. Таким образом, практически после каждого объекта бестраншейного строительства, где применяется наше защитное покрытие, мы используем

⁵ Источник доп. комментария: доклад С.В. Юдина (конференция МАС ГНБ, февраль 2023 года)

полученный опыт для усовершенствования технологии «ЗУБ-Композит».⁶

» **НПО «СпецПолимер»,
А.Ю. Бойцов:**

На базе успешных стендовых и лабораторных испытаний были проведены работы по капитальному ремонту газового коллектора методом Direct Pipe подводного перехода через р. Ен-Яха. По результатам нанесения системы защитного наружного покрытия «Карбофлекс УЗТ» на трубу 1420 мм общей протяженностью 800 м было проведено комиссионное обследование состояния изоляционного покрытия методом катодной поляризации. Также реализован проект бестраншейной прокладки трубопроводов методом щитовой проходки трубными секциями (Direct Pipe) с предварительно нанесенной системой защитного композитного покрытия «Карбофлекс УЗТ» с монтажом указанной конструкции защитного покрытия на сварные стыки, при осуществлении капитального ремонта при подводном переходе под р. Таб-Яха длиной 800 м для нужд ООО «Газпром добыча Уренгой». Согласно актам комиссии, повреждения изоляционного покрытия не выявлено.

» **«Северсталь менеджмент»,
С.В. Юдин:**

В настоящее время проводятся натурные испытания по использованию 188 труб с защитным стеклопластиковым покрытием более 6 мм в ходе прокладки трубопровода под двумя водными преградами (реки) методом ГНБ протяженностью 885 м и 1356 м в рамках проекта «Южный поток».

В чем основные конкурентные преимущества вашего защитного покрытия?

» **«МЕТАКЛЭЙ»,
А.В. Проскурин:**

1. Универсальность — выпуск трубной продукции с различной толщиной стеклотермопластового покрытия типа «КОЛЬЧУГА» в зависимости от физико-механических характеристик и типов грунта, а также условий строительства.
2. Технологичность — применение современных технологий на производстве исключает необходимость применения полиэфирных и иных токсичных компонентов в базовом материале покрытия «МЕТАЛЕНТА», а также обеспечивает высокий уровень автоматизации производственных процессов.
3. Оперативность — высокая скорость выпуска продукции с возможностью отгрузки день в день сразу после нанесения. Трубы с нанесенным стеклотермопластовым покрытием типа «КОЛЬЧУГА» не требуют разработки и согласования дополнительных схем погрузки.
4. Ремонтопригодность — ремонт покрытия обеспечивается при любых условиях на всех этапах жизненного цикла. Подтверждена ремонтопригодность при суровых условиях окружающей среды (от -43 °С до +45 °С).
5. Высокая адгезия — стеклотермопластовое покрытие типа «КОЛЬЧУГА» надежно связано с антикоррозионным покрытием трубопровода. Комплексная защита стеклотермопластового покрытия позволяет сохранить антикоррозионное покрытие на всех стадиях жизненного цикла трубной продукции.

6. Гибкость — защитное покрытие «КОЛЬЧУГА» не влияет на радиус упругого изгиба стальной трубы.
7. Малый вес — защитное покрытие «КОЛЬЧУГА» не оказывает влияния на общий вес плети трубопровода, что обеспечивает сохранность роликовых направляющих при протягивании трубопровода.

» **«БТ-СВАП»,
С.В. Меликов:**

К ключевым преимуществам покрытия «ЗУБ-Композит» относятся успешный опыт применения, высший уровень прочности, обеспечение дополнительной распределенной балластировки трубопровода (нет необходимости дополнительно балластировать трубопроводы диаметром от 500 мм) в скважине и наличие комплектного решения по эффективной защите стыкового соединения. Несмотря на то что наше покрытие относится к бетонным, конструкция оцинкованной оболочки устроена таким образом, что внутри композитного покрытия образуются «борозды». Данные «борозды» позволяют разгрузить возникающие при изгибе напряжения, разгрузить трубу. Поэтому, как это ни парадоксально, труба с покрытием «ЗУБ-Композит» гнется точно так же, как труба без покрытия.⁷

» **«ТПТ»,
Е.А. Насонов:**

Высокая уплотненность покрытия (непроницаемость) обеспечивает его высокую стойкость к любым агрессивным средам и долговечность защищаемого трубопровода. Уплотненность покрытия также позволяет сразу после нанесения покрытия выполнять

⁶ Источник доп. комментария: доклад А.В. Плавина (февраль 2023 года)

⁷ Источник доп. комментария: доклад А.В. Плавина (февраль 2023 года)

различные такелажные операции с трубами без риска повредить покрытие. При производстве бетонного покрытия применяется сверхжесткая бетонная смесь с определенным водоцементным отношением, что обеспечивает высокие параметры бетонной смеси (прочность, плотность, однородность). В покрытии отсутствуют капиллярные поры, так как отсутствует избыточная влага, и весь объем воды затворения идет на гидратацию цемента.

» **НПО «СпецПолимер»,
А.Ю. Бойцов:**

Помимо высоких физико-механических свойств, преимуществом «Карбофлекс УЗТ» является высокая скорость работы по нанесению защитного материала, монолитное бесшовное покрытие по всему телу трубы, включая стыковые соединения; возможность заводского и трассового нанесения материала.

Кроме этого, несомненным плюсом данного покрытия является высокая адгезия к стали и возможность изгиба покрытия за счет эластичности защитного покрытия, а также формирование покрытия без увеличения веса и изменения геометрии трубы.

Как влияет ваше защитное покрытие на параметры протягиваемого трубопровода (увеличение веса, изменение коэффициента упругого изгиба, углов входа и выхода из скважины и т.д.)?

» **«МЕТАКЛЭЙ»,
А.В. Проскурин:**

Вес трубы увеличивается на 11 кг/м² стеклотермопластового покрытия типа «КОЛЬЧУГА» специального исполнения. При нанесении стеклотермопластового покрытия типа «КОЛЬЧУГА» специального исполнения

на трубу 1420 мм вес трубы в среднем увеличивается на 600 кг. Меридианный метод нанесения композитной однонаправленно армируемой ленты с углом армирования в пределах 5-10% между последующими слоями позволяет увеличить кольцевую жесткость трубы (на 60% и более) с сохранением коэффициента упругого изгиба трубопровода без учета стеклотермопластового покрытия типа «КОЛЬЧУГА».

» **«БТ-СВАП»,
С.В. Меликов:**

Защитное покрытие «ЗУБ-Композит» увеличивает вес трубопровода, что является положительным эффектом для бестраншейных технологий, так как это избавляет от необходимости дополнительно балластировать трубопровод перед протягиванием в скважину.

» **«ТПТ»,
Е.А. Насонов:**

После нанесения бетонного покрытия увеличиваются масса

и внешний диаметр трубопровода. Также бетонное покрытие в незначительной степени влияет на изменение коэффициента упругого изгиба трубопровода, однако данный параметр не выходит за рамки требований п. 16.5.2.8 СП 86.13330.2022. Например, были проведены испытания по определению фактического радиуса упругого изгиба трубопровода с защитным бетонным покрытием, где показатель радиуса упругого изгиба составил не более 550 DN.

» **«Северсталь менеджмент»,
С.В. Юдин:**

В зависимости от сортамента труб защитное стеклотермопластовое покрытие увеличивает вес трубы в пределах 6%, что является очень незначительным изменением. Для сравнения, стандартное изоляционное покрытие увеличивает вес «черной» трубы на 2,5%. Помимо прочего, защитное стеклотермопластовое покрытие не влияет на коэффициент упругого изгиба





трубы, в связи с чем использование труб с данным видом защиты в бестраншейном строительстве не требует изменений нормативов, например, углов входа и выхода из скважины.

Как организуется защита стыков при работе с трубами с вашим защитным покрытием? Отличаются ли защитные характеристики стыковых зон от защитных характеристик самой трубы? Проводились ли соответствующие испытания?

» **«МЕТАКЛЭЙ»,
А.В. Проскурин:**

АО «МЕТАКЛЭЙ» разработало варианты защитных устройств для защиты сварных кольцевых соединений от механических повреждений на основе стеклохолста, пропитываемого полиуретаном и на основе композитной стеклотермопластовой ленты («МЕТАЛЕНТА»). Защитное устройство монтируется на сварные кольцевые соединения трубопроводов с предварительно установленными термоусаживающимися манжетами, предназначенными для антикоррозионной защиты сварных кольцевых

соединений. В настоящий момент все имеющиеся разработки прошли полный комплекс стеновых и полигонных испытаний при участии специалистов ПАО «Газпром», ООО «Газпром ВНИИГАЗ», дочерних компаний «Газпрома», заводов-производителей труб, подрядных организаций. В 2023 году было смонтировано более 370 защитных устройств.

» **«БТ-СВАП»,
С.В. Меликов:**

В комплекте с трубами с защитным покрытием «ЗУБ-Композит» осуществляется поставка усиленных комплектов для защиты стыковых соединений труб. Характеристики конструкции для защиты стыков являются идентичными по отношению к характеристикам основного покрытия труб. Соответствующие испытания проводились в системе ПАО «Газпром».

Что собой представляет конструкция стыка: над сварным стыком по коаксиальной схеме устанавливается оцинкованный кожух со специально подготовленными отверстиями, куда впоследствии выливаются подготовленные, замешанные два компонента полиуретанового

компаунда. Полиуретановый компаунд, который после затвердевания принимает прочность бетонного покрытия (не менее 40 МПа), находится в защитной оцинкованной оболочке, которая крепится и соединяется на низкопрофильных заклепках. То есть мы получаем мощную уникальную конструкцию, которая обеспечивает нам равнопрочность покрытия всего трубопровода.⁸

» **«ТПТ»,
Е.А. Насонов:**

Защита сварных соединений при применении труб с защитным бетонным покрытием осуществляется при помощи технологии заделки стыков с применением различных связующих материалов. Данная технология позволяет получить равнопрочностные и равножесткостные характеристики трубопровода в зоне заделки стыка — аналогичные по сравнению с основным телом трубы.

» **«Северсталь менеджмент»,
С.В. Юдин:**

Для защиты сварных стыков труб с защитным стеклотермопластовым покрытием применяется

⁸ Источник доп. комментария: доклад А.В. Плавина (февраль 2023 года)

универсальное защитное устройство по ТУ 22.23.99-069-63341682-2020, ТУ 22.23.99-081-63341682-2021 или аналогичное. Защитные характеристики стыковых зон соответствуют защитным характеристикам самой трубы. В настоящее время указанные материалы и способы их нанесения проходят приемочные испытания при прокладке трубопровода под двумя водными преградами (реки) методом ГНБ протяженностью 885 м и 1356 м.

Какие документы, действующие в настоящее время или находящиеся в разработке, регламентируют проектирование и бестраншейное строительство трубопроводов с вашим защитным покрытием? Разработаны ли соответствующие инструкции или специальные технические условия? Если да, то когда и кем из основных заказчиков наших работ они согласованы или утверждены?

» **«МЕТАКЛЭЙ»,**

А.В. Проскурин:

В настоящее время в РФ не существует нормативных документов, как на федеральном, так и на ведомственном уровне, устанавливающих технические требования для защитных композитных стеклопластиковых покрытий на основе термопластичного связующего для стальных трубопроводов. Однако имеется опыт применения данного защитного покрытия в рамках специальных технических условий, согласованных ООО «Газпром проектирование» и ООО «Газпром инвест». По результатам расширенного специализированного заседания научно-технического совета ПАО «Газпром» (секция «Строительство и транспортное обеспечение») по вопросу развития бестраншейных методов прокладки трубопроводов принято реше-

ние о проведении научно-технического сопровождения реализации проектов строительства/реконструкции/ремонта с целью дальнейшего формирования предложений по нормированию и регламентации данной области деятельности. После завершения научно-исследовательских работ планируется внесение изменений в действующую нормативно-техническую документацию.

В настоящее время применительно к стеклотермопластовому покрытию типа «КОЛЬЧУГА» получено техническое свидетельство Минстроя России № 6358-21 о пригодности к применению в строительстве новой продукции и технологий.

» **«БТ-СВАП»,**

С.В. Меликов:

Комплект нормативных документов, регламентирующих использование защитного покрытия «ЗУБ-Композит», состоит из следующих материалов:

- ТУ 23.61.12.160-107-81417928-2021 «Трубы и отводы с защитным покрытием «ЗУБ-Композит» (технические условия внесены в Единый реестр МТР ПАО «Газпром»);
- «Временные технические требования (ВТТ) к защитным цементно-песчаным композитным покрытиям труб и соединительных деталей трубопроводов» (утверждены Департаментом 308 ПАО «Газпром»);
- «Технологическая инструкция по защите сварных стыков труб с покрытием «ЗУБ-Композит».

» **«ТПТ»,**

Е.А. Насонов:

Применение защитного бетонного покрытия в целях защиты трубопровода от механических повреждений регламентировано в СП 86.13330.2022 «Магистраль-

ные трубопроводы», которые регламентирует метод ННБ (ГНБ).

» **НПО «СпецПолимер»,**

А.Ю. Бойцов:

Согласно СП 86.13330.2022 «Магистральные трубопроводы», для трубопроводов магистрального транспорта газа при бестраншейной прокладке применение дополнительных покрытий для защиты от внешних механических воздействий обязательно. Также применение защитных покрытий стальных трубопроводов, включая защитное композитное покрытие «Карбофлекс УЗТ», регламентирует СТО «Газпром» 2-2.2-1276-2022 «Средства защиты труб, технологии укладки и засыпки газопроводов с использованием местных грунтов», который распространяется на средства защиты труб от механических повреждений газопроводов диаметром до 1420 мм включительно при строительстве и ремонте в сложных грунтовых условиях (зона распространения скальных, гравийно-галечниковых, щебенистых, дресвяных и мерзлых грунтов).

» **«Северсталь менеджмент»,**

С.В. Юдин:

В настоящее время разработан стандарт СТО «Газпром» 2-2.2-1276-2022 «Средства защиты труб, технологии укладки и засыпки газопроводов с использованием местных грунтов. Технические требования». По итогам опытного подконтрольного использования труб с защитным стеклотермопластовым покрытием в ходе прокладки трубопровода под водными преградами будет скорректирована существующая и/или разработана новая документация, регламентирующая проектирование и бестраншейное строительство трубопроводов с нашим защитным покрытием.



В сложном вопросе зачастую простой ответ

Оборудование для бестраншейных технологий

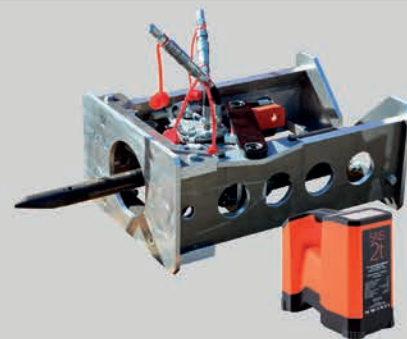


Машина направленного бурения **УМ-20**

Параметры:

- Длина прокола до 60 м и диаметром до 160 мм.
- Длина участка замены до 60 м и диаметром до 160 мм.
- Тяговое усилие при затяжке: **20 тонн.**

Силовая установка изготавливается из высокопрочного алюминиевого сплава и весит не более 90 кг.

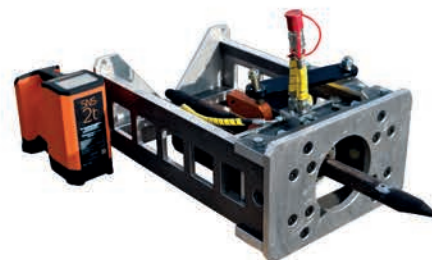


Машина направленного бурения **УМ-35**

Параметры:

- Длина прокола: 80 м и диаметром до 250 мм
- Длина участка замены: до 100 м и диаметром до 225 мм.
- Тяговое усилие при затяжке: **35 тонны**

Силовая установка изготавливается из высокопрочного алюминиевого сплава и весит не более 114 кг.



Машина направленного бурения **УМ-50**

Параметры:

- Длина прокола: до 120 м и диаметром до 315 мм.
- Длина участка замены: до 150 м и диаметром до 315 мм.
- Тяговое усилие при затяжке: **50 тонн.**

Силовая установка изготавливается из высокопрочного алюминиевого сплава и весит не более 158 кг



Производство специализированной
строительной техники
ООО «МЕМПЭКС»
г. Минск, Республика Беларусь

Телефон: +375(17)542-35-24
Факс: +375(17)512-64-50
www.memplex.by
info@memplex.by



5 ЭТАПОВ — 5 ПРОБЛЕМ. 5 ПРОБЛЕМ — ОДНО РЕШЕНИЕ



Константин Павлов,
генеральный директор
ООО «ПодземИнжКом»

Технология ГНБ в России существует с 1995 года. В Санкт-Петербурге она появилась спустя пять лет с нашей организацией — именно «ПодземИнжКом» пробурил первую скважину в ночь с 7-го на 8 июля 2000 года.

Прошло более двух десятилетий. За это время были созданы СРО, перечни лицензируемых видов деятельности, составлены и утверждены Минстроем Своды правил (СП 341.1325800.2017 и СП 42-101-1325800.2003). Приказом Минстроя России от 27 декабря 2021 года № 1019/пр утверждены и введены в действие Изменения № 1 к СП 341.1325800.2017 «Подземные инженерные коммуникации. Прокладка горизонтальным направленным бурением».

Пункт 5.9а. изложить в новой редакции:

«5.9а Необходимо предусматривать применение систем цифровизации процессов изысканий, проектирования, прокладки подземных коммуникаций методом ГНБ, а также документирования результатов работ (см. приложение С) в целях:

- автоматизации процессов получения, обработки и передачи данных — от изысканий до подготовки и сдачи исполнительной документации;
- использования при проектировании и строительстве высокоточных данных о пространственном положении (трехмерных координат с точностью до 0,01 м) элементов существующей подземной инфраструктуры для минимизации рисков аварий, связанных с повреждением других коммуникаций в ходе бурения;
- формирования достоверных цифровых карт подземных коммуникаций (электронные сводные планы сетей) на основании высокоточных измерений их фактического планово-высотного положения по результатам бестраншейного строительства, согласованных с владельцем исследуемых коммуникаций;
- обеспечения контроля 3D-координат скважины и элементов буровой колонны на различных этапах производства работ для повышения качества строительства и скорости ликвидации аварийных ситуаций.»

В пункте 5.9а Изменений СП 341.1325800.2017 все доходчиво изложено, осталось только выполнять указания Минстроя России. Но до сих пор в проектах часто встречаются фразы: «Внимание! Выполнить шурфование

перед началом производства работ». Шурфовать ранее проложенные коммуникации часто предлагают в проезжей части дороги, и не один раз. А ведь технология ГНБ — бестраншейный способ прокладки коммуникаций!

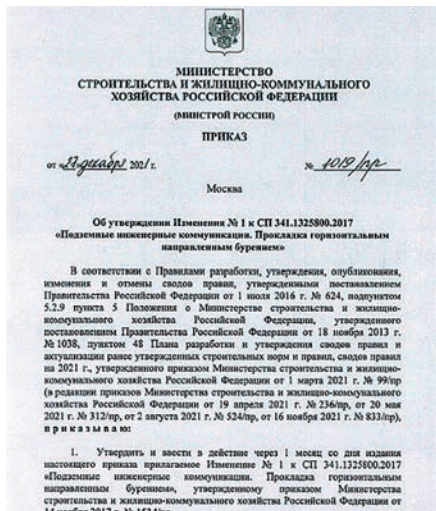
Выдержки из реальных проектов:

3. Подземные сооружения, не имеющие выхода на поверхность, нанесены по данным полевого обследования и исполнительным чертежам
4. До производства земляных и строительных работ вблизи охраняемых зон подземных коммуникаций на месте проведения работ вызвать представителей подведомственных организаций

Работы по прокладке кабеля в зоне существующих коммуникаций выполнять в присутствии владельцев этих коммуникаций.

Примечание:

1. До начала работ провести дополнительное обследование подземных коммуникаций на предмет соответствия проектных отметок натуре визуальным осмотром через колодцы, локатором DigitGasK и геофизическими методами;
2. Перед началом производства работ ознакомить всех участников с утвержденным проектом.
3. Место производства работ оградить сигнальной лентой, выставить предупредительные знаки;
4. До начала работ, на месте производства работ, вызвать представителей организаций, в чьем ведении находятся коммуникации в зоне производства работ;
5. Работы по бурению пилотной скважины, расширению и протаскиванию троса выполнять в соответствии с утвержденным и согласованным проектом производства работ.
6. В резервные трубы заложить кабельные вставки;
7. После протяжки кабель на концах труб уплотнить.



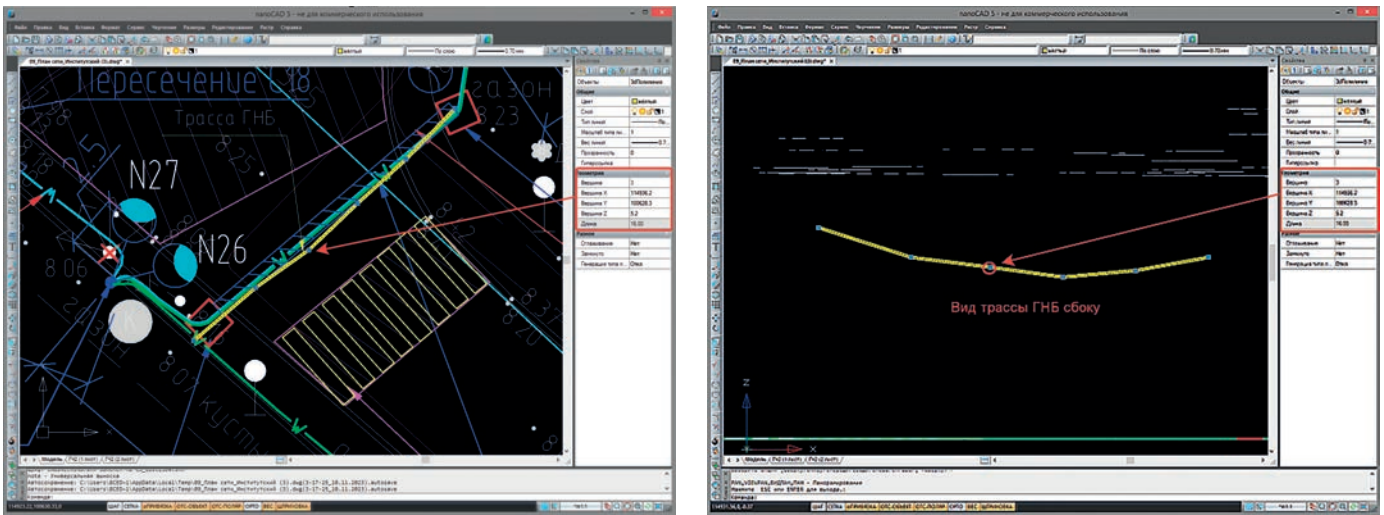


Рисунок 1. План и профиль выполненной трассы ГНБ с координатами X; Y; Z каждой точки замеров

- Возникают вопросы:
- Какие полевые обследования проводились, кто проверял достоверность исполнительных чертежей?
 - По каким критериям проводилась экспертиза проектов, их утверждение и согласование?
 - Неужели до начала работ необходимо еще раз провести изыскания?
 - И вызвать всех владельцев имеющих сетей?
- По исполнительным чертежам, не отображающим планово-

высотные координаты проложенной коммуникации методом ГНБ, пополняются карты подземной инфраструктуры городов, а по этим картам составляются новые проекты.

Получается замкнутый круг, который может разорвать только соблюдение требований, изложенных в Приложении С актуализированной версии СП 341.1325800.2017.

В данном приложении изложены правила, объем и порядок выполнения работ по всем этапам:

1. Инженерные изыскания.
2. Проектирование.
3. Проект производства работ.
4. Производство работ.
5. Исполнительная документация.

Невыполнение этих требований может привести к определенным трудностям при выполнении работ, недостоверным данным в картах сетей и авариям на месте производства работ.

В настоящее время в свободной продаже имеется большой выбор электронных измерительных приборов и программное обеспечение, которые позволяют качественно выполнить весь комплекс работ ГНБ — от изысканий до пополнения карт подземной инфраструктуры в 3D.

Имеющиеся в нашем распоряжении **программное обеспечение Drill Site** и набор электронных измерительных приборов помогают облегчить работу на всех этапах работ ГНБ.

Полученные в результате работы данные от измерительных приборов (GPS-ГЛОНАСС приемник, система локации, имеющая функцию памяти) поступают в ПО Drill Site, которое позволяет за короткое время подготовить не только проект профиля ГНБ, но и полный пакет фактической

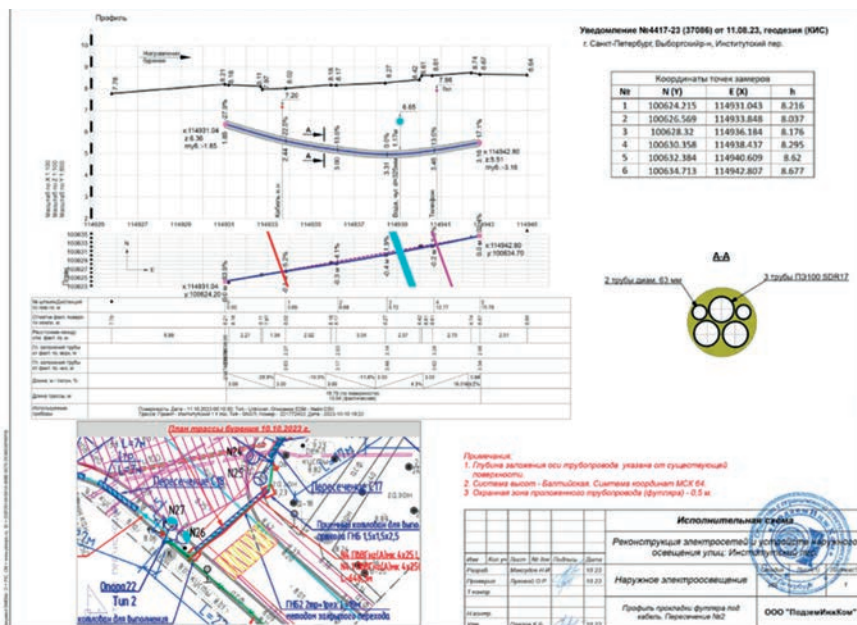


Рисунок 2. Исполнительный план и профиль выполненного перехода под дорогой

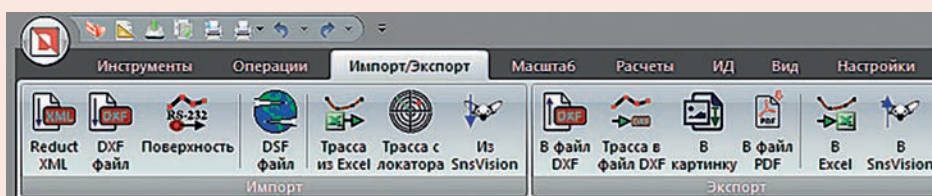
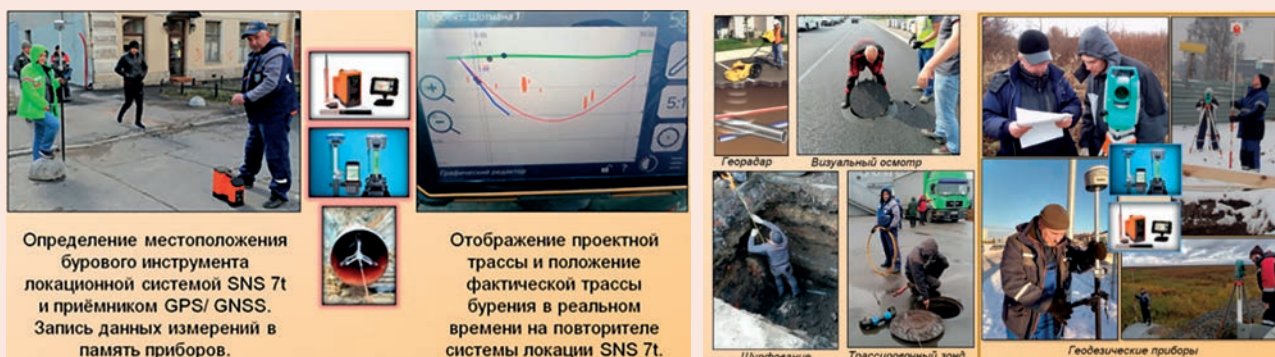
исполнительной документации (ИД) выполненной работы.

Созданный в программе файл прокола в формате DWG за несколько секунд пополнит совмещенный план сетей проложенной коммуникацией с достоверными координатами его местоположения в 3D.

Программное обеспечение Drill Site и комплект электронных измерительных приборов с блоком памяти позволяют:

1. При проектировании профиля бурения использовать данные изысканий.
2. Выполнить проект профиля ГНБ, который отображает все необходимые данные для контроля процесса бурения.
3. Рассчитать ожидаемые нагрузки на буровую установку и прокладываемый трубопровод.
4. Выполнить контроль критической кривизны буровых штанг и трубы.
5. Подобрать количество этапов расширений скважины.
6. Составить задание на бурение и выполнить его экспорт в систему локации для контроля в реальном времени процесса бурения.
7. После выполнения работ подготовить исполнительную документацию, на основании которой пополнить карту подземной инфраструктуры с реальными координатами местоположения проложенного трубопровода.

ПО Drill Site позволяет сформировать полный набор форм исполнительной документации, рекомендованной СП 42.101.2003 или СП 341.1325800.2017. В исполнительной документации автоматически указывается, в какое время и от каких приборов получены данные для формирования ИД.



Алгоритм работы по технологии ГНБ

- Файл созданного в Drill Site проекта загружаем в планшет повторителя локационной системы.
- В процессе пилотного бурения контролируем отклонения от проекта и приближение к коммуникациям.
- Данные замеров сохраняем в память локации.
- Определяем координаты точек локации и характерные точки поверхности.
- Сохраняем полученные данные от измерительных приборов и импортируем их в Drill Site.
- Программа создает фактический профиль бурения с координатами X; Y; Z.
- Экпортируя трассу в файл DXF, мы получаем возможность пополнить электронную карту подземных сетей выполненной работой в 3D (рис. 1).

Таким образом, если выполнять все требования Минстроя и сдавать фактическую исполнительную документацию, мы сможем создать точную карту подземных сетей в 3D и уменьшить процент аварий на объектах.

БИОНИКС

ЭВОЛЮЦИЯ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

ХИМИЯ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ:

- Производство и импорт полимерных добавок
 - Официальное дилерство бентонита
- Медно-графитовые смазки для буровых штанг
- Инженерное сопровождение буровых растворов



+7 (495) 137 58 18, +7 (937) 737 58 18

✉ info@m-bionics.ru

🌐 мирбионикс.рф

МАРТ 2024

**XXIII ЕЖЕГОДНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ МАС ГНБ**



**ГЛАВНОЕ СОБЫТИЕ ГОДА
В ОБЛАСТИ БЕСТРАНШЕЙНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ**

МИНИ-ГНБ-УСТАНОВКИ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО НАПРАВЛЕННОГО ПРОКОЛА

КОМПАНИЯ «ТЕРЕБРО» ЗАНИМАЕТСЯ ПРОИЗВОДСТВОМ
МИНИ-УСТАНОВОК ПРОКОЛА ГРУНТА, ГИДРОСТАНЦИЙ
И ИНСТРУМЕНТА К НИМ С 2019 ГОДА.

ПРОДУКЦИЯ

ГНБ-УСТАНОВКИ

- Установки Т20 и Т32 без вращения – способны совершать управляемый и неуправляемый прокол на расстояние до 60 метров.
- Установки Т32Р и Т40Р с узлом вращения – могут совершать управляемый прокол до 150 метров.

Поворот буровой колонны установки осуществляется гидравлическим приводом. Установки отличаются мощностью, размером, массой и другими характеристиками, но абсолютно каждая модель легко справляется с работой при отрицательных температурах и других неблагоприятных условиях. Каждый найдет подходящую под свои задачи установку.

СТАНИНА ДЛЯ РАБОТЫ НА УСТАНОВКЕ ПРЯМО С ПОВЕРХНОСТИ ГРУНТА

С такой станиной вам не понадобится оборудовать входной котлован, вы сможете «забуриваться» прямо с поверхности грунта.

БУРОВОЙ ИНСТРУМЕНТ

Мы производим полный спектр необходимого бурового инструмента для прокола грунта и прокладки подземных коммуникаций:

- буровые штанги разных диаметров;
- расширители;
- цанговые захваты для ПНД-труб;
- буровые головки.

СОБСТВЕННАЯ УЧЕБНАЯ БАЗА

Мы активно передаем теоретические и практические знания по работе на установках на нашей учебной базе в Казани, а также производим пусконаладочные работы и обучаем персонал работе на наших установках с выездом на объект.

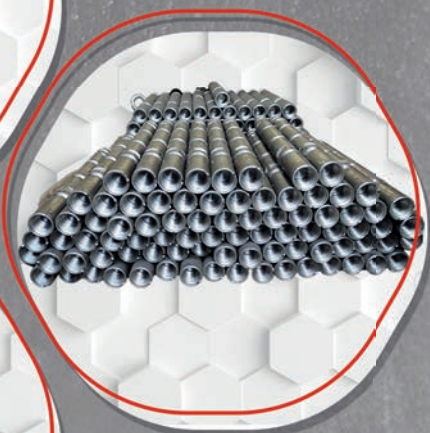
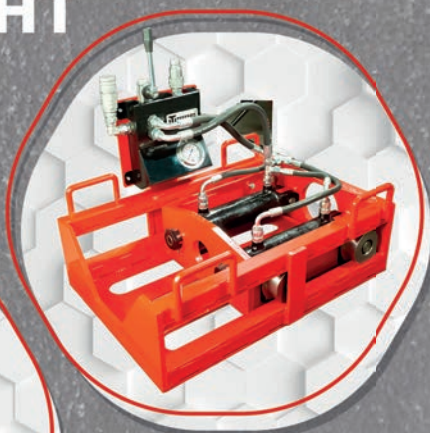
КЛИЕНТООРИЕНТИРОВАННОСТЬ

Мы постоянно совершенствуем свою продукцию и стремимся удовлетворить все потребности наших клиентов на самых сложных строительных объектах. Выбирая наше оборудование и инструменты, вы можете быть уверены в точности и эффективности выполнения работ на всех этапах прокола грунта.

ТЕРЕБРО
БУРОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



УСТАНОВКИ ПРОКОЛА ГРУНТА И БУРОВОЙ ИНСТРУМЕНТ



- ☎ 8 (800) 600-04-25
- 🌐 TEREBRO-GNB.COM
- 👉 [VK.COM/TEREBRO](https://vk.com/terebro)
- 👉 [T.ME/TEREBRO](https://t.me/terebro)
- 👉 [DZEN.RU/TEREBRO](https://dzen.ru/terebro)
- 👉 [YOUTUBE.COM/@TEREBRO_GNB](https://youtube.com/@terebro_gnb)

ЛОКАЦИОННАЯ СИСТЕМА «ВЗОР-3000» LITE: ШАГ К ВЕРШИНАМ



Александр Наговицын,
генеральный директор
ООО «НАГОВИЦЫН
ИНЖИНИРИНГ»

При относительном разнообразии и изобилии типов локационных систем на рынке ГНБ ощущается потребность в «идеальной» системе, которая может максимально облегчить труд оператора. Наряду с базовыми параметрами – высокой точностью навигации и помехоустойчивостью – такая локация должна вмещать еще несколько ключевых принципов. Это дружелюбный и неперегруженный интерфейс с развитой системой подсказок и рекомендаций, удобная система выбора рабочего режима. Началом целой линейки таких, почти идеальных локационных систем является «ВЗОР-3000» LITE. В чем его принципиальное отличие от подобных систем, представленных на рынке ГНБ?

Многолетний опыт инженеров компании «НАГОВИЦЫН ИНЖИНИРИНГ» по разработке и производству зондов для локационных систем ГНБ подтверждает абсурдность погони за уникальностью «собственного» протокола обмена данными «зонд — локатор». «Навороченный» протокол локаций серии FALCON с его сотнями частот порой проигрывает относительно старому протоколу локатора 750 TRACKER при работе в условиях помех. Есть довольно большое количество операторов локационных систем (в том числе и в США), которые предпочитают графический интерфейс системы MARK-III, примитивный по сравнению с более продвинутыми современными системами. В чем причина? Просто недостаточно дружелюбных подсказок, плохо проработанный или перегруженный графический интерфейс, да и, в конце концов, неудобный, тяжелый корпус прибора.

В локационной системе **«ВЗОР-3000»** LITE учтен опыт эксплуатации различных систем ГНБ. Локатор полностью совместим по протоколу передачи данных «зонд — локатор» с локационной системой серии ТК, имеет в первом варианте две рабочие частоты 12 кГц и 29 кГц, точность измерения наклона 0,1%, 24 положения по часам.

Передача данных от стандартного зонда DW-TG2 (разработка нашей компании) «в полях» составляет 31–33 м. Передача данных на повторитель, закрепленный на буровой установке, осуществляется по современному интерфейсу LoRa и составляет до 1,5 км двусторонней связи в условиях городской застройки.

Питание как локатора, так и повторителя осуществляется от литиевого аккумулятора

с емкостью 7 Ah (стандарт) или 10 Ah (усиленный).

Время непрерывной работы локатора от стандартного аккумулятора при первом (минимальном) уровне яркости цветного графического дисплея составляет 27 часов, при третьем (максимальном) уровне яркости (возможность считывания данных в прямых солнечных лучах) время снижается до 10 часов непрерывной работы.

Дополнительно к стандартным функциям навигации в локаторе системы **«ВЗОР-3000»** LITE реализован алгоритм контроля глубины по двум или трем точкам, который позволяет оценивать глубину до буровой головки в сложных помеховых условиях (железобетонные площадки, близко к колодцам, фундаментам, трубопроводам). Полезным дополнением служит «подмигивающий» синий светодиод для исключения потери локатора на рабочей площадке в темное время суток.

В локаторе **«ВЗОР-3000»** LITE использована запатентованная малогабаритная трехкоординат-

ная антенная система с единым магнитным центром (это влияет на точность измерений), позволившая существенно уменьшить антенный отсек при сохранении высоких технических характеристик. В процессе патентования находится несколько новшеств, в том числе графический интерфейс.

Электроника для зонда локатора **«ВЗОР-3000»** LITE позволяет производить зонды в любом существующем форм-факторе под любую буровую или прокольную головку.

Есть еще много идей, находящихся в стадиях разработки или испытаний, которые найдут свое применение в будущих модификациях локационной системы **«ВЗОР-3000»**.

НАГОВИЦЫН ИНЖИНИРИНГ
Разрабатываем, производим,
ремонтируем зонды и локационное
оборудование ГНБ с 1999 года

Тел. 8 (800) 555 14 37
gnb-electronics.ru



УСТАНОВКИ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ШНЕКОВОГО БУРЕНИЯ

Высокоточное шнековое бурение под контролем лазерной системы



МНБШ-600

УСТАНОВКА ВЫСОКОТОЧНОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ШНЕКОВОГО БУРЕНИЯ

Основной функцией установки высокоточного горизонтального шнекового бурения МНБШ-600 является устройство прямолинейных бестраншейных переходов под трубопроводы диаметром до 720 мм длиной до 80 м.

Контроль бурения осуществляется лазерной системой СЛК-1 производства ООО «МЕМПЭКС».



МНБШ-1120

УСТАНОВКА ВЫСОКОТОЧНОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ШНЕКОВОГО БУРЕНИЯ

Основной функцией установки МНБШ-1120 является устройство прямолинейных бестраншейных переходов под трубопроводы диаметром до 1120 мм длиной до 80 м.

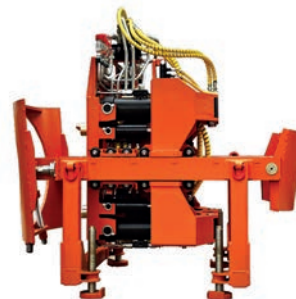
Контроль бурения осуществляется лазерной системой СЛК-1 производства ООО «МЕМПЭКС».

МНБШ-600К

УСТАНОВКА ВЫСОКОТОЧНОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ШНЕКОВОГО БУРЕНИЯ

Основной функцией установки высокоточного горизонтального шнекового бурения МНБШ-600К является устройство прямолинейных бестраншейных переходов под трубопроводы диаметром до 630 мм длиной до 80 м.

Монтаж установки возможен в колодце диаметром 2000 мм. Контроль бурения осуществляется лазерной системой СЛК-1 производства ООО «МЕМПЭКС».



Производство специализированной строительной техники
ООО «МЕМПЭКС»
г. Минск, Республика Беларусь

Телефон: +375(17)542-35-24
Факс: +375(17)512-64-50
www.mempeh.by
info@mempeh.by



СИСТЕМЫ РЕГЕНЕРАЦИИ БУРОВОГО РАСТВОРА С ДИСТАНЦИОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

СХЕМА РАБОТЫ СИСТЕМЫ РЕГЕНЕРАЦИИ



Рециркуляция бурового раствора - это экономия материалов для подготовки буровых растворов. Снижение себестоимости на покупку буровых растворов, их доставку на место проведения строительных (буровых) работ. Уменьшение количества отходов при ГНБ бурении, тоннелировании и других работах. Снижение загрязнения окружающей среды.

Модельный ряд систем регенерации

Производительность, м ³ /ч	20	50	100	150	200	400
Мощность потребления, кВт	9	12.5	60	39	48	100
Макс. размер частиц, мкм	30	30	30	60	30/60	60
Произв-сть просеивания, т/ч	5-10	5-15	20-50	20-50	20-50	75-240
Ø входной трубы, дюйм	2.5	2.5	6	4	6	12
Ø входной трубы, дюйм	4	4	10	6	10	10x2
Количество циклонов, шт	1	2	1/5	2	6	2
Диаметр циклона, дюйм	6	6	14/4	10	6	20
Масса установки, т	2	2.2	7.5	3.3	6.2	20.8



БЕНТОНИТЫ АЛЬБРЕХТА MV LV CV

В основе бентонитов АЛЬБРЕХТА применяется сырье с содержанием монтмориллонита НЕ НИЖЕ 89%. Каждая партия бентонита проходит 2х этапную проверку качества. Бентонит поставляется в 3х слойных крафт мешках по 20, 25кг. Возможна поставка в Биг-бэгах.

Характеристики 3% суспензии по API в дистиллированной воде при 20±2 ОС и электропроводности 2 мкС/см, PH 7,0

ВЛАГОЗАЩИЩЕННЫЙ МНОГОСЛОЙНЫЙ КРАФТ МЕШОК



ВЛАГОЗАЩИЩЕННЫЙ МНОГОСЛОЙНЫЙ КРАФТ МЕШОК



ВЛАГОЗАЩИЩЕННЫЙ МНОГОСЛОЙНЫЙ КРАФТ МЕШОК



ВКЛЮЧАЕТ ИНГИБИРУЮЩИЕ ДОБАВКИ
Не позволяет реактивным сланцам набухать



ОБЛАДАЕТ ВЫСОКОЙ ТЕКУЧЕСТЬЮ
Легко прокачивается на большое расстояние



СОДЕРЖИТ ПРОТИВОСАЛЬНИКОВЫЕ ДОБАВКИ
Не позволяет глинистым грунтам слипаться между собой и налипать на инструмент

	Обозначения	АЛЬБРЕХТА - MV	АЛЬБРЕХТА - LV	АЛЬБРЕХТА - CV
Fапп, об/мин	600	55	36	20.4
	300	44	26	17.0
	200	41	25	15.9
	100	32	23	14.4
	6	24	18	13.8
	3	21	14	13.1
Мнимая вязкость	AV	32	20	10.2
Пластичная вязкость	PV	16	12	3.4
Предел текучести	YP	33	18	13.6
Структурная устойчивость 1мин	снс 1мин	34	22	15.4
Структурная устойчивость 10мин	снс 10мин	53	36	27.5
Фильтрация API (мл)		13	15	-
Отстой после 24ч (мл)		0	0	0
Содержание песка, крупностью >0.06мм		менее 0,2%	менее 0,2%	менее 0,2%

МАШИНЫ ДЛЯ БУРЕНИЯ С ДВОЙНЫМИ ШТАНГАМИ В СКАЛЬНОЙ ПОРОДЕ И ТВЕРДЫХ ГРУНТАХ



**DRILLTO
ZT 20/32AT**

Технические характеристики	
Габариты	6.6x2.3x2.4м
Вес установки	12т
Двигатель CUMMINS	179кВт
Гидравлика	DANFOSS/POCLAIN
Сила подачи/протяжки	20/32т
Крутящий момент	6000Нм
Скорость вращения	300об/мин
Бентонитовый насос	360л/мин
Угол входа штанги	14-22°
Длина буровых штанг	3000
Диаметр штанг	76мм



Установки для бурения в скальных грунтах DRILLTO применяются уже более 10 лет.

Технология бурения двойной штангой позволяет успешно выполнять проколы в известняке, граните, базальте, доломите и др.

Скальные установки DRILLTO успешно эксплуатируются в Москве, Рязани, Липецке, Ростове, Крыму, Карелии, Красноярском крае, Хабаровске, Владивостоке, на Урале и других городах России.

Одним из преимуществ данной технологии является возможность использования одной штанги, на тех объектах, где нет скальных грунтов.

Технические характеристики

Габариты	9.9x2.3x2.5м
Вес установки	17.7т
Двигатель CUMMINS	179кВт
Гидравлика	DANFOSS/POCLAIN
Сила подачи/протяжки	36/72т
Крутящий момент	17000Нм
Скорость вращения	195об/мин
Бентонитовый насос	650л/мин
Угол входа штанги	3-18°
Длина буровых штанг	3000/4570
Диаметр штанг	89мм

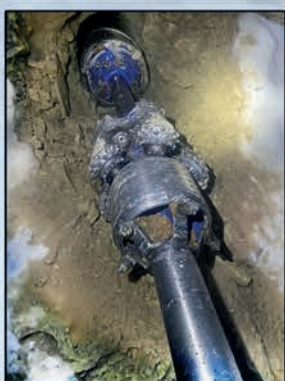


**DRILLTO
ZT 36/72AT**



**DRILLTO
ZT 60/120AT**

Технические характеристики	
Габариты	11.8x2.3x2.5м
Вес установки	24.5т
Двигатель CUMMINS	264кВт
Гидравлика	DANFOSS/POCLAIN
Сила подачи/протяжки	60/120т
Крутящий момент	31000Нм
Скорость вращения	137об/мин
Бентонитовый насос	760л/мин
Угол входа штанги	12-20°
Длина буровых штанг	4000/6000
Диаметр штанг	102мм



Технические характеристики

Габариты	12.3x2.5x2.5м
Вес установки	27т
Двигатель CUMMINS	373кВт
Гидравлика	DANFOSS/POCLAIN
Сила подачи/протяжки	80/160т
Крутящий момент	45000Нм
Скорость вращения	118об/мин
Бентонитовый насос	1000л/мин
Угол входа штанги	12-18°
Длина буровых штанг	4500/6000
Диаметр штанг	114мм



**DRILLTO
ZT 80/160AT**

