© Д.А. Губанов, 2007

УДК 622.25;622.1:528

Д.А. Губанов

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ГОРНОПРОХОДЧЕСКИХ УСТАНОВОК ПРИ ПРОКЛАДКЕ ТОННЕЛЕЙ

Бестраншейные технологии – это технологии, позволяющие прокладывать новые коммуникации и производить ремонт старых с минимальным вскрытием земной поверхности. Здесь можно отметить способы микротоннелирования, горизонтально направленного бурения и санации трубопроводов, а также следующие оборудование: пневмопробойники, машины гидростатического разрушения и замены трубопроводов.

Микротоннелирование

Технология микротоннелирования – это технология бестраншейной прокладки коммуникаций и трубопроводов в грунтах любой категории (от неустойчивых суглинков и водоносных песков до скальных пород). В отличие от подземной проходки, применяющейся в настоящее время, эта технология не требует длительного подготовительного этапа, связанного со строительством шахт.

Для того чтобы осуществить прокладку коммуникаций, достаточно двух котлованов: стартового и приёмного, глубина которых соот-ветствует глубине прокладки. В стартовом котловане устанавливается мощная домкратная станция, на которую помещается проходческий щит. С помощью домкратов осуществляется перемещение щита в грунтовом массиве на величину заходки, равную его длине, после чего на домкратную станцию помещается труба продавливания той же длины и процесс повторяется. Наращиванием става труб отдельными трубами производится монтаж трубопровода, т.е. осуществляется проходка до выхода щита в приёмный котлован. Точность проходки осуществляется компьютерным комплексом управления с применением системы лазерного ведения щита. Изменяя типоразмер проходческого щита, можно осуществить прокладку подземных микротоннелей различного диаметра. В зависимости от категории грунта подбирается соответствующий режущий орган проходческой машины, что позволяет добиться оптимальных скоростей и параметров проходки. Передовая система управления комплексами обеспечивает удовлетворяющую самым высоким требованиям точность проходки и позволяет в каждый момент времени контролировать показатели, полностью характеризующие положение проходческого щита, параметры его движения, а также параметры работы его основных узлов и механизмов. Основными преимуществами применения данной технологии являются:

- обеспечение строительства трубопроводов без вскрытия поверхности, что создаёт безопасные условия при

производстве работ и не нарушает городскую среду и движение транспорта;

- работы ведутся бесшумно и вибрации поверхности практически отсутствуют;
- полностью устраняется ручной труд при проходке и исключается нахождение людей в забое (управление комплексом осуществляется одним оператором из контейнера управления, находящегося на поверхности);
- обеспечение высокой точности траектории проходки;
- существующие коммуникации остаются нетронутыми;
- применение данной технологии возможно в условиях плотной городской застройки.

Сейчас в России работает более 30 микропроходческих комплексов диаметром от 300 до 2000 мм. В 2004 г. только в Москве было запроектировано около 100 км подземных коммуникаций методом микротоннелирования. Практически все ведущие мировые производители микропроходческой техники имеют свои представительства в России. Это такие известные фирмы как: ***Lovat*** (представительство в России «Интерторг, Инк, г. Москва), ***Robbins*** (Представительство в России – ООО «Эс-Ай-Ви Интертрейд», г. Казань.), но ведущее положение в России занимает фирма ***Herrenknecht AG***, её представительство в России ЗАО «Херренкнехт тоннельсервис».

Горизонтально направленное бурение (ГНБ)

Метод ГНБ состоит в использовании специальных буровых установок, способных осуществлять предварительное бурение, так называемое пилотное бурение, по заранее рассчитанной траектории с последующим расширением скважины и прокладкой в ней трубопроводов. Пилотное бурение с изменением направления прокладываемой трассы проводится с помощью бурового инструмента специальной конструкции и передаваемой энергии на этот инструмент, т.е. прямолинейное движение вперед или в сочетании с вращением. Практически все установки горизонтально направленного бурения работают с буровым раствором, который необходим для размыва грунта, охлаждения и смазки бурового инструмента, выноса разбуренного грунта и стабилизации бурового канала. В качестве бурового раствора может применяться вода в чистом виде, но в большинстве случаев используются растворы на основе бентонита и полимеров.

Первый этап работ – пилотное бурение, которое производится по направлению от бурового лафета. Буровой инструмент специальной конструкции с уже вмонтированным передатчиком (зондом) для определения его местоположения, устанавливается на буровую штангу. Зонд в реальном времени передает такие показания как глубина, угол наклона бурового инструмента относительно горизонта и другие показания, позволяющие корректировать процесс бурения по заранее спланированной траектории. Буровая головка имеет цилиндрическую форму с наклонным срезом передней части. Она может быть оснащена пластинами из твердосплавного металла. Изменение направления бурения в грунте происходит за счет изменения вариантов передачи усилий на буровой инструмент. При подаче буровых штанг вперед одновременно с вращением, движение бурового инструмента будет прямолинейно, без вращения – направление бурения изменяется в сторону, противоположную срезу буровой головки.

Следующим этапом является предварительное расширение, которое производится в обратном направлении, т.е. к буровому лафету. Для этого буровая головка вместе с корпусом передатчика заменяется на расширитель необходимого диаметра. Для непрерывности рабочего процесса за расширителем, через специальный вертлюг, подсоединяются штанги. Вертлюг предназначен для предотвращения вращения при расширении скважины или протяжке трубы. При отсутствии такой возможности для прокладки штанг в уже пробуренный и предварительно расширенный канал используют заталкиваемую головку специальной формы. Заключительным этапом является прокладка трубопровода. Для этого за расширителем через вертлюг крепится труба.

Локационные системы предназначены для определения местоположения бурового инструмента и его корректировки в процессе бурения. В зависимости от применяемых локационных систем и передатчиков к ним определяется глубина бурения. Следует учитывать, что на качество приема сигнала влияют помехи, возникающие от близлежащих коммуникаций и особенностей грунтов и покрытий. Основными показателями при бурении служат: проекционные точки, по которым определяется направление бурения и местоположение буровой головки; угол наклона бурового инструмента, определяющий заглубление или выход на поверхность, или меньшую глубину; глубина залегания буровой головки; почасовые характеристики расположения буровой головки, по которым определяется направление изменения траектории бурения; уровень сигнала и заряда батарей; температура передатчика и т.д.

В комплект установки ГНБ входит: гидравлическая станция, буровой лафет, смесительная установка.

На сегодняшний день установки горизонтально направленного бурения внедряются с такими же темпами, что и в прошлые годы. Это видно из активности всех официальных дистрибьюторов технологии ГНБ в России. Сейчас не только предлагают приобрести оборудование, но и обучают персонал и осуществляют техническое обслуживание, многие поставляют бентонит. Почти все они стали проводить свои семинары, которые позволяют специалистам различного уровня ориентироваться в быстрорастущем ассортименте оборудования и материалов. В этом году в технологии ГНБ была ярко выражена тенденция роста мощности установок, увеличения диаметров и длин проходки.

Пневмопробойники

Эти машины предназначены для реконструкции существующих коммуникаций. Очень активно работают в этом направлении заводы производителей и фирмы дистрибьюторы, действующие на территории всего СНГ (Одесса, Новосибирск): фирмы «Vermeer», «Ditch Witch», «Tracto-Technik». Пробойники имеют относительно небольшие габариты и стоимость, просты и удобны в эксплуатации и обслуживании.

К преимуществу метода прокола можно отнести то, что проход пробойника происходит с большой скоростью и незначительным уплотнением грунта в окружающем его пространстве. Это обстоятельство особенно важно, если требуется проложить трубопроводы в грунте на близком расстоянии друг от друга, вблизи от действующих коммуникаций или на небольшом расстоянии до поверхности, позволяя тем самым не

нарушать структуру почв и не провоцировать какие-либо деформации в зоне прокладки многочисленных подземных коммуникаций.

Отличительная особенность пневмопробойников состоит в том, что их корпус служит рабочим органом, пробивающим скважину своим пе-редним заостренным концом путем незначительного радиального уп-лотнения грунта. Внедрение пневмо-пробойника в грунт происходит под действием ударов, которые наносит специальный ударник, движущийся внутри корпуса. Наличие механизма реверса в пневмопробойнике дает возможность изменить направление ударов и, следовательно, направле-ние движения пневмопробойника с прямого хода на обратный (для возврата его назад). К хвостовой части устройства подсоединяется труба, протягиваемая по мере прод-вижения пробойника вперед. Иногда плеть восстанавливаемого трубопровода протаскивается обратным ходом в процессе удаления пробойника из горизонтальной скважины.

Практика показывает, что при встрече пневмопробойника с твердыми включениями (гравием, щебнем) или при проходке скважин в грунтах с прослойками различной плотности он может резко отклониться от проектной оси скважины и возвратить его на дневную поверхность часто не представляется возможным. Для исключения подобных явлений производится совершенствование конструкций. В однородных грунтах пневмопробойником можно пробивать скважины на расстояние до 50 м.

Машины гидростатического разрушения и замены трубопроводов

Одним из наиболее эффективных бестраншейных методов является метод разрушения трубопроводов. Он позволяет заменять изношенные коммуникации на новые полиэтиленовые. Такие машины производят компании «Vermeer», «Ditch Witch», «Tracto-Technik», а также имеются аналоги отечественного оборудования. Одним из мировых лидеров в производстве гидравлических разрушителей является датская компания «Scandinavian No-Dig Centre» (Скандинавский центр бестраншейных технологий). Она предлагает самый большой выбор моделей с усилием на разрушение от 40 до 350 тс, позволяющим разрушать трубопроводы из любых материалов (бетон, железобетон, асбест, керамика, сталь, чугун) диаметром от 40 до 1400 мм. Преимущества этого метода заключаются в том, что за один раз можно заменить участок изношенного трубопровода длиной 200-250 м (для самого мощного разрушителя Т350 эта цифра намного выше) с сохранением или увеличением его диаметра. Это означает, что при уплотнении городской застройки можно увеличить количество подаваемой воды без прокладки новых коммуникаций за счет увеличения диаметра подающего водовода.

Для проведения ремонта требуется всего два котлована небольших размеров в начальной и конечной точках заменяемого участка труб. Один котлован подготавливается для установки в него разрушителя, а другой - для протягивания новой полиэтиленовой трубы. Далее через существующий трубопровод проталкиваются автоматически скручивающиеся стальные штанги на всю длину заменяемого участка. Потом к штангам присоединяется специальный нож, который собственно и разрушает существующую трубу. К нему крепится буксировочная насадка, за которую протас-

кивают плеть из сваренных полиэтиленовых труб. За рабочую смену можно отремонтировать участок 150-200 м.

Санация трубопроводов

Внедрение санации происходит самыми бурными темпами по всей территории страны. Преобладающее большинство методов санации трубопроводов, предлагаемых сегодня на строительном рынке, достаточно разработаны и вполне пригодны к применению. Выбор того или иного метода санации водопроводных и канализационных сетей зависит от различных факторов.

Преимущества метода санации:

- использование существующего канала коммуникаций;
- снижение риска повреждения соседних коммуникаций;
- предпочтительная технология для увеличения диаметра трубопровода;
- уменьшение общественных затрат и нарушение дорожного движения;
- уменьшение расходов на земляные и восстановительные работы;

При санации поврежденные трубопроводы подвергаются восстановлению путем нанесения на внутреннюю поверхность стенки трубопровода:

- сплошных набрызговых покрытий на основе цементно-песчаных растворов, а также эпоксидных смол;
- сплошных покрытий в виде гибких полимерных рукавов (оболочек, мембран, рубашек) или труб из различных материалов;
- сплошных покрытий из отдельных элементов на основе листовых материалов (гибкого полиэтилена или твердого стеклопластика);
- спиральных полимерных оболочек;
- точечных (местных) защитных покрытий.

Устройство для реализации технологии состоит из рабочего органа и силового привода. Устройство устанавливается в рабочий котлован при помощи крана, обеспечив соосность резака и разрушаемого трубопровода. Участок разрушаемой трубы должен быть прямолинейным. Штанги по 0,5 м длины соединяются и протаскиваются в стартовый котлован или колодец. Резак выполняться в виде роликовых ножей (диаметром от 100 до 300 мм), за которыми следуют расширитель и затягиваемая в образовавшуюся полость труба. Роликовые резаки с расширителями проходят через старую трубу, разрушают ее и вдавливают останки в окружающий грунт, обеспечивая беспрепятственный проход новой трубы. Для формирования нового трубопровода, как правило, используются полиэтиленовые трубы, благодаря их высокой технологичности и долговечности. В результате санации получается новый трубопровод необходимого диаметра. Основным преимуществом описанной технологии является сохранение, а при необходимости - увеличение диаметра санируемого трубопровода.

Существует еще несколько направлений бестраншейных технологий. Но они являются настолько специализированными, что подробное описание методов и их применения не представляет интереса применительно к рассматриваемой тематике.

При использовании технологии микротоннелирования подготавлива-ется стартовая шахта, в которую опус-кается домкратная установка. На нее монтируется микрощит и платформа с гидроцилиндрами для задавливания микрощита. Грунт разрабатывается рабочим органом микротоннелепроходческой установки и удаляется из забоя либо гидравлически по трубопроводам, либо механически с помощью конвейерной ленты или вагонеток в стартовую шахту. Когда микрощит проходит забой на свою

длину, к нему крепится отдельная секция трубы, которая задавливается в образованную скважину домкратной станцией. Затем производится наращивание следующей секции трубы. И так последовательно, труба за трубой, увеличивается длина тоннеля вплоть до его проходки на полную длину.

Однако при использовании такого метода возникает проблема позиционирования тоннелепроходческого комплекса. Эту задачу пытаются решить целый ряд иностранных фирм: ***VMT GmbH*** (Gesellschaft fur Vermessungstechnik, Германия), ***DMT GmbH*** (Deutsche Montan Technologie, Эссен, Германия), ***CPV GmbH*** (Checkpoint-Vermessung, Берлин, Германия), ***Leica*** (Швейцария), ***LOVAT-mts*** (Канада и Германия). Рассмотрим некоторые подходы. ГИАБ

Коротко об авторах

Губанов. Д.А. – аспирант, Московский государственный горный университет.

Статья представлена кафедрой «Горные машины и оборудование» Московского государственного горного университета.
Рецензент технический директор Научно-технической горной ассоциации *В.И. Ряднов.*

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ им. Г.В. ПЛЕХАНОВА			
ГУСЕВА Наталья Геннадьевна	Эколого-экономическое обоснование стратегии устойчивого развития природно-промышленного комплекса	08.00.05	к.э.н.