

УДК 621.646

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ЛИКВИДАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ,
ПРОЛОЖЕННЫХ СПОСОБОМ НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ**

*канд. тех. наук, доц. А.Г. КУЛЬБЕЙ; Д.А. КИСЕЛЁВ
(Полоцкий государственный университет)*

Рассматривается проблема ликвидации трубопроводов, проложенных способом наклонно-направленного бурения под естественными и искусственными препятствиями. Проанализированы применяемые на сегодняшний день методы ликвидации трубопроводов. На основе проведенного анализа сформулированы преимущества и недостатки каждого из методов. Предложены альтернативные способы ликвидации трубопроводов. Проведен анализ альтернативных способов, в ходе которого выявлены преимущества и недостатки каждого из способов.

Ключевые слова: *трубопровод, ликвидация, наклонно-направленное бурение, грунт, альтернативные способы.*

В современном мире прокладка труб методом наклонно направленного бурения получила широкое распространение. Однако проблема ремонта таких труб все еще остается актуальной. Особенность состоит в том, что трубы могут находиться на достаточно большой глубине (минимум 6 м от поверхности земли), под реками или озерами (в этом случае глубина отсчитывается от дна водоема), а также под искусственными препятствиями, такими как дороги, здания и т.д. В случае нарушения целостности такого трубопровода может возникнуть вопрос о его удалении из земли [1].

Удалить трубопровод, проложенный методом наклонно направленного бурения, можно либо его полным раскапыванием, что приводит к колоссальным объемам земляных работ, либо попытавшись вырвать трубопровод из земли, что из-за большой протяженности трубы (200...400 м) и явления «присоса» конструкций, долгое время находящихся в земле, требует усилий, по величине больших, чем прочность стальной трубы. Отсюда формулируется проблема: существующие методы ликвидации таких конструкций являются трудоемкими и дорогостоящими.

Цель данной работы заключается в разработке методов ликвидации трубопровода, сооруженного методом наклонно направленного бурения с учетом существующих технологий и возможностей.

Основная часть. Наклонно направленное бурение – это высокотехнологичный метод производства подземных работ, позволяющий при этом минимизировать ущерб окружающей среде, прокладывая инженерные коммуникации в недоступных при производстве работ обычным открытым способом местах, под автомобильными дорогами, железнодорожными путями и реками, под зданиями и сооружениями, под насыпями и оврагами.

Специальной буровой установкой в поверхностном слое земли (на глубине до 15 м) производится направленное бурение скважины небольшого диаметра по заданной траектории. Локационная система позволяет с высокой точностью (0,1% от глубины залегания – на 10 м ± 1 см) определять координаты буровой головки и прокладывать трассу в соответствии с проектом. Затем скважину расширяют до требуемого диаметра, позволяющего проложить трубопровод. После этого протаскивают плетъ (заранее сваренного и испытанного) рабочего трубопровода. Буровой комплекс состоит из собственно буровой установки (рис. 1) и узла приготовления бурового раствора.



Рисунок 1. – Установка наклонно направленного бурения

Оборудование полностью размещается на одном трейлере (мобильно, автономно) и транспортируется на любое расстояние к месту проведения работ.

Монтаж на объекте занимает 2...4 часа и сводится к выставлению установки на точке забуривания и подсоединению к раствору узлу. Монтажные работы методом наклонно направленного бурения выполняются на ограниченных по размерам и площади стройплощадках. Использование этого метода бурения позволяет сократить сроки производства работ в 1,5 и более раз.

Скорость проведения работ методом наклонно направленного бурения достигает 100 м прокладки трубопроводов (d 110...600 мм) за смену.

Рассмотрим существующие методы ремонта трубопроводов, проложенных методом наклонно направленного бурения [2; 3]. Основными методами ремонта трубопроводов на сегодняшний день являются:

- метод «труба в трубе» (считается наиболее экономичным);
- метод «взламывания» старой трубы с одновременной протяжкой новой плети;

Также известен метод «раскопки» ремонтируемого трубопровода.

Метод «труба в трубе»

При использовании метода «труба в трубе» (рис. 2) в первую очередь подбирается диаметр трубы, который будет максимально соответствовать диаметру ремонтируемого трубопровода.



Рисунок 2. – Метод «труба в трубе»

Введение новых труб в старые осуществляется через открытый в начале участка котлован путем проталкивания предварительно сваренных в плетть труб меньшего диаметра. Трубы на месте свариваются в плети длиной, обусловленной рядом факторов. Главный из них – протяженность участка ремонтируемого трубопровода. Перед введением труб проводится предварительная очистка участка трубопровода, подлежащего санации. Затем к концу трубы приваривается специальная насадка, к которой прикрепляется трос. Втягивание трубопровода осуществляется с помощью лебедки, установленной над колодезем в конце ремонтируемого участка.

Преимущества метода «труба в трубе»:

- минимальное трение о внутреннюю поверхность;
- отсутствие трения о грунт, что определяет малые тяговые усилия;
- отсутствие нерасчетных перегибов трубопровода;
- труба не контактирует с окружающим грунтом (отсутствие почвенной коррозии);
- не нарушается движение транспорта, т.е. возможно применение данного метода в условиях плотной городской застройки;
- использование в нестабильных грунтовых условиях;
- отсутствие риска повреждения существующих коммуникаций по сравнению с открытыми способами прокладки трубопроводов;
- минимальная разработка грунта при реконструкции сетей и сооружений.

Недостатки метода «труба в трубе»:

- уменьшение диаметра трубы, что влечет за собой резкое повышение гидравлического сопротивления ремонтируемого участка и создает препятствия для проведения внутритрубной диагностики;
- требуется предварительная очистка трубопровода;
- необходимо предусмотреть недопущение контакта внутренней и наружной труб.

Метод «взламывания»

Данный метод применяется в тех случаях, когда необходимо сохранить или увеличить диаметр трубопровода. В этом случае через разрушаемую трубу со стороны приемного котлована пропускаются штанги (рис. 3). На конце штанг в стартовом котловане крепится нож-расширитель, который через вертлюг соединен с протягиваемой трубой. Со стороны приемного котлована штанги затягиваются гидравлическими домкратами, размещенными на дне котлована. Рама имеет упорную плиту для фиксации в котловане. Штанги циклически вынимаются, и процесс протяжки продолжается до полного выхода ножа в приемный котлован. При этом поврежденная труба (одновременно) разрезается ножом, расширяется, и в нее затягивается новая труба [4].

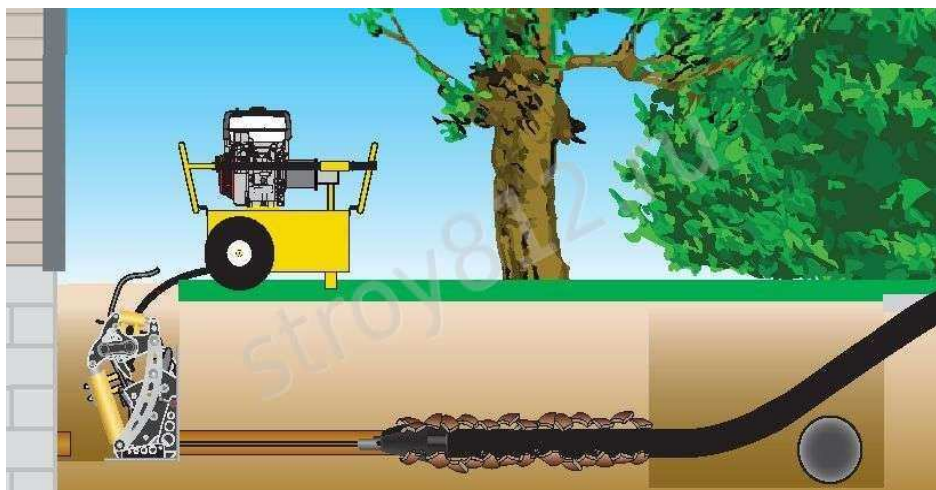


Рисунок 3. – Метод «взламывания»

Преимущества метода «взламывания»:

- высокая производительность – более 100 м трубопровода в день;
- метод применим при любых видах повреждений;
- значительная экономия за счет минимума земляных работ при реконструкции сетей и сооружений;
- не нарушается движение транспорта, т.е. возможно применение данного метода в условиях плотной городской застройки;
- небольшой риск повреждения существующих коммуникаций по сравнению с открытыми способами прокладки трубопроводов;
- возможна замена труб на трубы такого же или большего диаметра.

Недостатки метода «взламывания»:

- неэкологичность;
- необходима предварительная очистка трубопровода;
- возможное повреждение изоляции на новом трубопроводе оставшимися в грунте фрагментами старого трубопровода;
- невозможность использования метода под реками, если труба проложена траншейным способом.

Метод «раскопки»

Суть данного метода состоит в том, что трубопровод полностью раскапывается при помощи экскаватора, далее происходит непосредственно ремонт трубы. Одним из главных недостатков данного метода является то, что глубина залегания трубопровода, проложенного методом наклонно направленного бурения, составляет от 6 м и более, создавая тем самым проблему его раскопки. Трубопроводы в основном пролегают под реками и дорогами, что, в свою очередь, затрудняет применение данного метода.

Преимущества метода «раскопки»:

- использование легкодоступной землеройной техники (экскаваторы, бульдозеры, скреперы);
- возможность ремонта непосредственно ремонтируемого участка.

Недостатки метода «раскопки»:

- огромный фронт земляных работ;
- резкое повышение трудоемкости и сложности проведения работ под реками;
- образование над отремонтированным трубопроводом слоя взрыхленного, легко аэрируемого грунта, способствующего ускорению коррозионных процессов.

Альтернативные методы ремонта

Предлагаемые ниже методы направлены на снижение сил трения между трубопроводом и окружающим грунтом при вытягивании трубы по направлению ее оси.

Метод параллельного бурения

Метод основан на бурении параллельных скважин методом наклонно направленного бурения (рис. 4), что позволит уменьшить силы трения, возникающие между трубопроводом и землей. Скважины бурятся параллельно ремонтируемому трубопроводу. Количество вспомогательных скважин определяется по расчету.

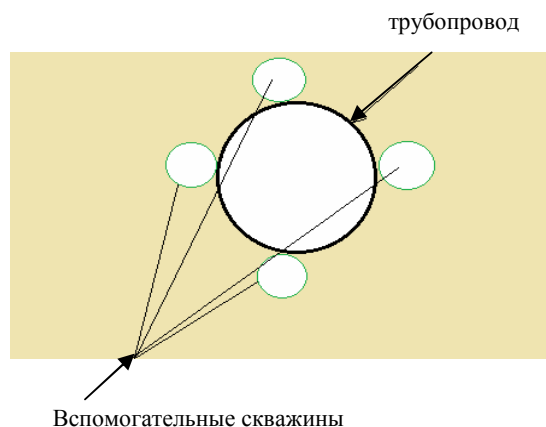


Рисунок 4. – Метод параллельного бурения

Преимущества метода параллельного бурения:

- использование типового оборудования (установка наклонно направленного бурения);
- не загрязняет окружающую среду;
- значительное снижение трения вытаскиваемого, подлежащего ремонту трубопровода;
- возможность прокладки трубопровода большего диаметра;
- не нарушается движение транспорта, т.е. возможно применение данного метода в условиях плотной городской застройки.

Недостатки метода параллельного бурения:

- большие затраты за счет использования установки наклонно направленного бурения;
- большие затраты времени на проведение работ;
- высокие требования к точности осуществления бурения.

Метод вибрационного разрушения окружающего грунта

Метод основан на воздействии на трубопровод специального оборудования с целью передачи вибрационных колебаний, позволяющих осуществить уплотнение грунта вокруг уложенного трубопровода и, следовательно, расширить диаметр скважины, в которой находится трубопровод, что снизит трение между трубопроводом и грунтом при вытягивании плети из скважины.

Преимущества метода вибрационного разрушения окружающего грунта:

- не загрязняет окружающую среду;
- создание вокруг трубопровода скважины со стенками из переуплотненного грунта;
- возможность применения данного метода в условиях плотной городской застройки, не нарушая движения транспорта.

Недостатки метода:

- необходимость использования специального оборудования;
- возможность отклонения оси будущего трубопровода от старого, что создает опасность для рядом проходящих коммуникаций;
- возможность разрывов стенки старого трубопровода при осуществлении вибрационного расширения скважины.

Метод механического отделения тела трубопровода от грунта

Суть данного метода заключается в установке на наружную часть трубопровода специального оборудования, которое сможет отделить тело трубопровода от грунта путем механического воздействия. В технологическом плане данный метод прост – специальное оборудование устанавливается на наружную стенку трубопровода, осуществляется запуск машины, которая отделяет стенку трубопровода от грунта на протяжении всей длины трубопровода.

Преимущества метода механического отделения тела трубопровода от грунта:

- возможность прокладки трубопровода большего диаметра;
- происходит существенное снижение сопротивления трению при вытаскивании старого и протаскивании нового трубопровода;
- не загрязняется окружающая среда;
- не нарушается движение транспорта, т.е. возможно применение данного метода в условиях плотной городской застройки.

Недостатки метода механического отделения тела трубопровода от грунта:

- необходимость использования специфического оригинального оборудования

Метод нагрева стенки трубопровода

Данный метод основан на нагреве стенок трубопровода до температуры плавления изоляции. Переходящая в пластическое состояние изоляция позволит уменьшить коэффициент трения между телом трубопровода и грунтом (рис. 5).

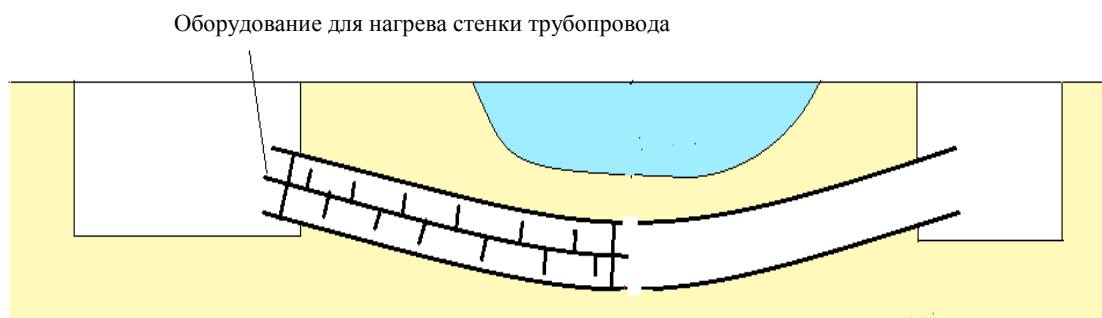


Рисунок 5. – Метод нагрева стенки трубопровода

Преимущества метода нагрева стенки трубопровода:

- не загрязняет окружающую среду;
- вокруг трубопровода создается слой расплавленного изоляционного покрытия, снижающего трение трубопровода о грунт;
- эффективность метода повышается с ростом толщины изоляционного покрытия (например, усиленный тип);
- не нарушается движение транспорта, т.е. возможно применение данного метода в условиях плотной городской застройки.

Недостатки метода нагрева стенки трубопровода:

- применим только для узкого перечня трубопроводов, имеющих определенное изоляционное покрытие (например, битумное, полиуретановое и т.д.);
- необходимо полное опорожнение трубопровода;
- требуется одновременный нагрев трубопровода по всей длине;
- необходим подогрев стенки трубы до температур свыше 100 °С (130...160 °С), что приводит к вскипанию окружающей трубопровод грунтовой воды;
- требуется специальное оборудование;
- существенные тепловые затраты, из-за чего способ более рационально применять для сверхкоротких трубопроводов.

Таким образом, можно сделать *вывод*, что предложенные методы более эффективны при использовании технологии «коротких» или «длинных» трубопроводов.

Технология «коротких» и «длинных» трубопроводов

Суть технологии заключается в механическом воздействии на трубопровод с помощью механизированной техники (в качестве примера можно использовать бульдозер). Разделим трубопроводы, проложенные методом наклонно направленного бурения, на две категории:

- первая категория будет условно называться *«короткие» трубопроводы*. При ликвидации «коротких» трубопроводов необходимо трубопровод разделить на две части в точке, которая имеет наибольшее заглубление относительно земли;

- вторую категорию условно назовём *«длинные» трубопроводы*. При ликвидации «длинных» трубопроводов, необходимо трубопровод разделить на три и более части.

Выбор одной из этих категорий влияет только на способ соединения тягового троса со стенкой трубопровода. Выбор категории трубопровода выполняется при помощи расчета, определяющего требуемое усилие для вытягивания трубы из скважины.

Заключение. На основе выполненного анализа существующих методов ликвидации трубопроводов, проложенных методом наклонно направленного бурения, выявлены преимущества и недостатки каждого из существующих методов. Предложены альтернативные методы ликвидации трубопроводов, проложенных методом наклонно направленного бурения. Выявлены преимущества и недостатки каждого из альтернативных методов. Для повышения эффективности предложенных альтернативных методов рассмотрена технология «коротких» и «длинных» трубопроводов.

ЛИТЕРАТУРА

1. DVN-STROY [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://www.dvn-stroy.ru/>. – Дата доступа: 25.04.2016.
2. Автобур ГНБ [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://gnb32.ru/technology-gnb.html>. – Дата доступа: 25.04.2016.
3. Сооружение подводных трубопроводов: учеб. пособие для вузов / Б.В. Самойлов [и др.]. – М. : Недра, 1995. – 304 с.
4. ООО Микрошит [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://www.beztranshey.ru/bestranshtech/metodsanac>. – Дата доступа: 25.04.2016.

Поступила 17.05.2016

THE WORKING OUT METHODS OF ELIMINATION PIPELINES BY DIRECTED DRILLING

A. KULBEI, D. KISIALIOY

The problem of pipelines elimination by directed drilling under natural and artificial barriers are examined in this article. The modern methods of pipelines elimination are analyzed. The authors analyze their and formulate advantages and disadvantages. The alternative methods of pipelines elimination are suggested. The advantages and disadvantages of alternative methods are discovered.

Keywords: *pipeline, clearing, directional drilling, ground, alternative ways.*