

$$S_n = 0,278v_0t_n, \quad (2)$$

$$S_d = \sum \frac{500(v_n^2 - v_k^2)}{\xi(1000V_p\varphi_{кр} + w_{0x} + i_c)}, \quad (3)$$

где  $v_0$  – скорость поезда в момент начала торможения, км/ч;  $t_n$  – время подготовки тормозов к действию, с;  $v_n, v_k$  – начальная и конечная скорости в расчётном интервале, км/ч;  $\xi$  – замедление поезда под действием удельной замедляющей силы (1 Н/кН), км/ч<sup>2</sup>;  $V_p$  – расчётный тормозной коэффициент поезда;  $\varphi_{кр}$  – расчётный коэффициент трения тормозных колодок в интервале скоростей;  $w_{0x}$  – основное удельное сопротивление движению поезда на холостом ходу в расчётном интервале скоростей, Н/кН;  $i_c$  – удельное сопротивление от спрямлённого (в профиле и плане) уклона, для которого производятся расчёты (при спуске значение со знаком минус), Н/кН.

При определении длины тормозного пути выделяются условно-постоянные и переменные параметры. К первым относят  $w_{0x}$  и  $i_c$ , ко вторым – остальные. В расчётной модели поезд описывается как точка, к которой прилагаются все силы. Она проводится с заданным временным интервалом  $\Delta t$  по спрямлённому профилю. Для каждого из интервалов определяются значения переменных параметров и рассчитываются значения пройденного тормозного пути  $\Delta S_t$  за время  $\Delta t$ . Общий тормозной путь определяется суммированием всех  $\Delta S_t$  за время торможения.

При отправлении со станции основанием для начала движения при трогании с места «догоняющего» поезда может служить освобождение «убегающим» стрелочной горловины, что легко определяется снятием шунтирования с последней по маршруту следования бесстрелочной секции. Ограничением по безопасности в момент движения по станционным путям должна служить разница скоростей двух поездов – для безопасного движения поездов попутного следования достаточно обеспечить условие «убегания»:  $v_{уб} > v_{дог}$ .

Интервал между поездами в пакете определяется по формуле

$$I = 0,06 \frac{L_p}{v_x} = 0,06 \frac{(l'_{бл} + l''_{бл} + l'''_{бл} + l'_n)}{v_x}, \quad (4)$$

где  $l'_{бл} + l''_{бл} + l'''_{бл}$  – длина первого, второго и третьего блок-участков м;  $l'_n$  – длина поезда, м;  $v_x$  – средняя ходовая скорость поезда, км/ч; 0,06 – коэффициент перевода размерности в м/мин.

При анализе результатов установлено, что при падении ходовой скорости происходит рост величины интервала. При этом резко падает существующая пропускная способность и возрастает потребность в локомотивах и поездных бригадах. Величина межпоездного интервала постоянно меняется при следовании по перегону, а т. к. рассчитанное значение закладывается в график движения поездов, то уже на этом этапе долговременного планирования эксплуатационной работы участков закладывается недоиспользование их пропускной способности.

#### Список литературы

1 Довгелюк, Н. В. Реконструкция железных дорог : пособие / Н. В. Довгелюк, Г. В. Ахраменко, В. А. Вербило. – Гомель : БелГУТ, 2017. – 339 с.

2 Государственная программа развития транспортного комплекса РБ на 2021–2025 годы.

УДК 622.234/24:504.61

### ВЛИЯНИЕ ПОДЗЕМНОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

С. Г. ДРОБОВ, М. А. ШАМОВА  
ОАО «ФэтСит», г. Гомель, Республика Беларусь

В условиях городской застройки и при реконструкции действующих предприятий, где в значительных объемах размещены подземные коммуникации (водопровод, канализация, водостоки, тепловые и кабельные сети) прокладка новых и замена старых подземных сетей открытым способом затруднена.

Открытый способ прокладки коммуникаций под железнодорожными и трамвайными путями, водными преградами, городскими улицами с интенсивным движением транспорта практически невозможен. В связи с этим за последние годы стали широко применять открытый и закрытый способы прокладки коммуникаций. Закрытый способ позволяет уменьшить объем земляных работ на 60–80 % и осуществлять строительство в зимних условиях без больших удорожаний. При закрытом способе возможно разрабатывать грунт и прокладывать коммуникации с помощью щитовой проходки, продавливания, прокола и горизонтального бурения.

На протяжении всей истории применения технологии горизонтального направленного бурения (далее ГНБ) для бестраншейного строительства подземных коммуникаций буровой раствор имеет репутацию источника вреда для окружающей среды.

Согласно актуальной нормативной документации, регламентирующей производство работ по технологии ГНБ, буровой раствор на 94–98 % состоит из пресной воды. На долю модифицированного бентонита – базового компонента бурового раствора, приходится лишь 2–6 % его объема, а суммарная доля всех специальных добавок, регулирующих параметры суспензии, не превышает 1 % (на практике используется еще меньше – от 0,1 до 0,5 %).

Например, аналоги бурового ксантана, применяемые для улучшения реологических характеристик бурового раствора, используются в пищевой промышленности в качестве загустителей. Они являются продуктом жизнедеятельности бактерий *Xanthomonas Campestris*. А полианионная целлюлоза является производным продуктом безвредной для окружающей среды целлюлозы. Вопросы могут возникнуть к синтетическому частично-гидролизованному полиакриламиду, который используется в ГНБ в качестве ингибитора активности глинистых частиц. Однако полиакриламиды используются при водоочистке на предприятиях водоснабжения и водоотведения, что косвенно доказывает их безопасность. Тем не менее так же, как и с модифицированными бентонитами, нам неизвестны конкретные исследования, которые подтвердили бы безопасность применения указанных полимеров.

В связи с этим получение достоверных данных, доказывающих безопасность для окружающей среды буровых растворов с типовыми компонентами в составе при производстве работ по технологии ГНБ, является актуальной задачей на современном этапе внедрения этой техники и технологии. Ее корректное решение позволит сделать обоснованный вывод, что причиной возможного снижения класса опасности бурового шлама может являться исключительно содержание вредных веществ в пересекаемых трассой бурения грунтах.

Результаты биотестирования бентонита безоговорочно свидетельствуют об абсолютной безопасности модифицированных бентонитов для окружающей среды – всем испытываемым растворам присвоен V класс опасности. Результаты биотестирования полимерных добавок показали, что даже в таких непростых условиях полимерные добавки в ГНБ абсолютно безопасны для окружающей среды.

По результатам проведенных исследований можно сделать экспериментально подтвержденный вывод о том, что модифицированные бентониты и полимерные добавки в ГНБ, независимо от концентраций (в рамках нормативно-технической документации), не представляют абсолютно никакой угрозы для экологии.

Традиционные открытые методы для прокладки и замены подземных коммуникаций негативно отличаются высоким уровнем загрязнения. А ведь перед строительной отраслью, которая потребляет большое количество ископаемого топлива, стоит задача – добиться сокращения выбросов в атмосферу.

В городских районах бестраншейная техника значительно уменьшает выбросы углекислого газа от строительных работ, минимизирует использование строительных машин и нарушение графика движения транспорта.

Во-первых, при бестраншейном методе значительно снижается потребление топлива, так как он позволяет избежать сбоев движения автотранспорта. Бестраншейные проекты предотвращают задержки и объезды, связанные с обычным подземным строительством в области инженерных коммуникаций. Это снижает количество потребляемого бензина, что, естественно, уменьшает и выбросы углекислого газа.

Во-вторых, бестраншейные участки работ и сами производят меньше выбросов. Они требуют минимального количества строительной техники и оборудования. Нет необходимости для проведения земляных работ: разрытия, засыпки, уплотнения и повторного асфальтного покрытия дорог, что значительно сокращает расход топлива.

Кроме того, бестраншейные работы, как правило, более эффективны, чем открытые способы, а это означает, что механизм работает более короткие временные периоды.

Если объединить экологические преимущества, получится, что бестраншейные методы строительства приводят к сокращению на 70–80 % выбросов парниковых газов, чем при открытом монтаже трубопроводов.

Бестраншейные проекты позволяют избегать и других форм загрязнения природы, типичных для открытых способов.

Очень часто при земляных работах (строительстве трубопроводов) происходит загрязнение почв. Кроме того, дождь и грунтовые воды могут привести к эрозии почв и возникновению стоков, загрязняющих ручьи, реки и коллекторы. Только минимальные нарушения поверхности земли при бестраншейных методах, позволяют избежать этих экологических ошибок.

Следует отметить, что бестраншейные методы отличаются отсутствием пыли на стройплощадке, которая может создать загрязнение воздуха и вредное воздействие на здоровье работников и местных жителей.

И наконец, тяжелая строительная техника создает шумовое загрязнение, нарушая покой жителей, школ, больниц и предприятий. Бестраншейный метод гораздо тише и имеет менее разрушительный процесс.

Можно с уверенностью заявить о том, что бестраншейный метод защищает природу, ведь деревья и их корневая система, как правило, остается без изменений, да и обитатели местной фауны остаются непотревоженными, сохраняется хрупкая экосистема прибрежных районов и водноболотных угодий. Избегаются разрушения и ущерб, который принесли бы раскопки строительной техникой.

Бестраншейные технологии могут также играть важную роль в защите исторически и экологически значимых деревьев, расположенных в городских парках и садах.

Бестраншейные методы, позволяющие избежать раскопок, также предотвращают и повреждение прилегающих коммуникаций и, следовательно, уменьшают экологические и экономические затраты на замену этой инфраструктуры. Так, например, прокладка траншеи вблизи асфальтовой дороги уменьшает ее продолжительность жизни по меньшей мере на 30 %, строительная техника может привести к повреждению структуры тротуаров. А интенсивное движение уменьшает продолжительность жизни объездной дороги, что принесет дополнительные расходы для муниципалитетов и местных органов власти.

#### Список литературы

1 Храменков, С. В. Технологии восстановления подземных трубопроводов бестраншейными методами : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Водоснабжение и водоотведение» направления подгот. дипломированных специалистов «Стр-во» / С. В. Храменков, В. А. Орлов, В. А. Харьков. – М. : Изд-во Ассоциации строит. вузов, 2004. – 237 с.

2 Технологическая карта на бестраншейную прокладку трубопроводов диаметрами 100–900 мм методом горизонтального направленного бурения с применением бурильной установки Ditch Witch JT Ditch Witch JT3020, 2020. – 128 с.

УДК 625.7

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПРИ РЕГЕНЕРАЦИИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

*Н. С. ЖАРИН*

*Дорожно-эксплуатационное управление № 57 РУП «Гродноавтодор», г. Ошмяны,  
Республика Беларусь*

*И. М. ЦАРЕНКОВА, И. А. ТОМЧУК, Е. Д. БЕРЕЗКИН*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомеля*

В Республике Беларусь важную роль играет автодорожная инфраструктура, которая представляет сложную технико-экономическую систему, в состав которой входят автомобильные дороги, элементы их обстановки и обустройства, объекты придорожного обслуживания, функционально обеспечивающие производственную деятельность, в том числе дорожную, и обслуживание сопутствующего движению потребностей пользователей автомобильными дорогами. Ее функционирование направлено на обеспе-