внешним механическим нагрузкам. Они обладают морозостойкостью и низкой теплопроводностью. Рабочие температуры этих колодцев от –60 до +75, кратковременно до +95, поэтому их применяют и для водопроводных систем [2].

Вывод. В настоящее время для реконструкции водоотводящих подземных коммуникаций существует широкий спектр современных материалов и технологий. Задачей является выбор наиболее эффективных решений с учетом внешних и внутренних факторов в каждом конкретном случае.

Список литературы

1 **Новикова, О. К.** Реконструкция систем водоснабжения и канализации : учеб. пособие / О. К. Новикова. – Гомель : БелГУТ, 2023. – 212 с.

2 **Краснов, В. И.** Реконструкция трубопроводных инженерных сетей и сооружений : учеб. пособие / В. И. Краснов. – М. : ИНФРА-М, 2024. – 238 с.

3 **Сокова, С. Д.** Основы технологии и организации строительно-монтажных работ : учеб. / С. Д. Сокова. – М. : ИНФРА-М, 2024. – 208 с.

4 Comparative Analysis of Existing Technologies for Composite Repair Systems / E. Kudina, S. N. Bukharov, V. P. Sergienko, A. Dumitrescu // Non-destructive Testing and Repair of pipelines / Edited by E. N. Barkanov, A. Dumitrescu, I. A. Parinov. – Springer International Publishing. – 2018. – Pp. 241–267.

5 New composite systems for pipeline coating / C. M. Duşescu, E. -E. Oprescu, L. I. Negoiţă, [et al.] // Innovative Solutions in Repair of Gas and Oil Pipelines / Edited by E. Barkanov, M. Mikovski and V. Sergienko. – Sofia : Bulgarian Society for Non-destructive Testing Publishers, 2016. – Ch. IX. – Pp. 108–119.

УДК 621.644:622.243.2

ПРОКЛАДКА ГОРОДСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ МЕТОДОМ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ

Г. Н. БЕЛОУСОВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель, qalina1belousova@qmail.com

Актуальность. Водопроводная сеть является одной из основных систем водоснабжения и должна обладать достаточной степенью надежности и способствовать обеспечению бесперебойного снабжения водой потребителей. Наиболее важной проблемой инженерных сетей является их износ, приводящий к возникновению аварийных ситуаций и, соответственно, аварийно-вос-становительных ремонтов.

Цель работы. Анализ безопасной комплексно-механи-зированной технологии, поточной прокладки городских сетей из отдельных труб, автоматизированного оперативного управления строительством.

Основные результаты. Система водоснабжения города Гомеля включает 108 артезианских скважин, 7 водозаборов со станциями обезжелезивания, 64 повысительные насосные станции и 1109 км водопроводных сетей. Общая протяжённость канализационных сетей составляет 690 км.

Системы водоснабжения и водоотведения города находятся в состоянии непрерывных изменений. Появляются новые объекты, жилые районы застроек, требующие прокладки новых сетей для последующей стабильной работы. В то же время сооружения, оборудование, сети со значительным сроком службы также требуют внимания. В среднем износ по сетям водоснабжения составляет 35,9 %, по сетям водоотведения – 56,2 %. Ежегодно производится замена сетей водоснабжения и водоотведения в объёмах от 1,5 до 7 км. Аварии на сетях водоснабжения приводят к систематическим сбоям в экономической и социальной сферах. В связи с этим проблема износа имеет комплексный характер и связана с поиском наиболее эффективных методов по повышению надежности и безопасности эксплуатации сетей, а также с принятием действенных мер по снижению их аварийности.

Негативное влияние, оказываемое на окружающую среду, при возникновении аварий и проведении аварийно-восстановительных работ: уничтожение зелёных насаждений; нарушение целостности поверхности покрытия и поверхности грунта на участке работ; дополнительный расход воды на утечки из сети; расход электроэнергии на работу насосов на станциях при возникновении аварии; выбросы от автотранспорта при проведении аварийно-восстановительных работ и т. д. [1].

Немаловажную часть при восстановлении трубопроводных сетей играет количество потребителей, подсоединенных к водоводу, находящемуся на реконструкции, и их категория по степени надежности водоснабжения, плотность застройки и скопление инженерных сетей и сооружений, а также географическое расположение [1]. Эти факторы воздействуют на исход выбранных материалов для реконструкции трубопроводов, способа выполнения строительных работ.

Трубопроводы в основном реконструируются открытым способом с помощью специальных строительных машин. Работы осуществляются при температуре не ниже 5 °С, если ведётся реконструкция с использованием полимерных материалов.

Если наблюдается у сетей водоснабжения или канализации сильный износ или они имеют необходимость в увеличении их пропускной способности, то следует производить реконструкцию бестраншейными технологиями [2]. На основе готовых типовых проектов производства работ по реконструкции на старых водопроводных сетях разрабатываются специальные технологические схемы ремонта. Преимущества бестраншейных методов восстановления трубопроводов заключаются в меньших затратах времени на земляные работы, отсутствует вскрытие и восстановление дорожных покрытий;

практически исключается вероятность повреждения других коммуникаций, проходящих под землей в непосредственной близости от ремонтируемого трубопровода [2].

Одним из приоритетных видов бестраншейного строительства является горизонтальное направленное бурение (ГНБ) – способ образования скважины с запроектированными характеристиками, непрерывным мониторингом процесса бурения и корректировкой трассы в процессе строительства.

Бестраншейное строительство трубопроводов методом горизонтального направленного бурения осуществляется специальной буровой установкой «*Robbins HDD*» *CMS* 4510 *TMSC*, которая успешно применяется ведущими зарубежными и российскими компаниями в бестраншейной области строительства. Данная установка позволяет осуществлять на высоком инженерном уровне бестраншейную прокладку коммуникаций из полиэтилена и стали диаметром до 1420 мм, длиной до 2000 м, на глубине до 20 м в любых грунтах, включая те, в которых отмечается высокий уровень грунтовых вод.

В состав работ по технологии горизонтального направленного бурения входят [3]:

1 Подготовительные работы. Перед началом работ тщательно изучаются свойства и состав грунта, дислокация существующих подземных коммуникаций, оформляются соответствующие разрешения и согласования на производство подземных работ.

2 Пилотное бурение скважины осуществляется при помощи породоразрушающего инструмента – буровой головки со скосом в передней части и встроенным излучателем. Контроль за местоположением буровой головки осуществляется с помощью приемного устройства локатора, который принимает и обрабатывает сигналы встроенного в корпус буровой головки передатчика. Строительство пилотной скважины завершается выходом буровой головки в заданной проектом точке.

3 Предрасширение скважины осуществляется после завершения пилотного бурения. При этом буровая головка отсоединяется от буровых штанг и вместо нее присоединяется риммер – расширитель обратного действия.

4 Расширение скважины до требуемого размера с одновременным протаскиванием трубопровода. На противоположной от буровой установки стороне скважины располагается готовая к протягиванию плеть трубопровода. К переднему концу плети крепится оголовок с воспринимающим тяговое усилие вертлюгом и риммером.

Важнейшим фактором эффективного применения технологии горизонтального направленного бурения является использование высококачественных буровых растворов, предназначенных [3]:

– для формирования и стабилизации скважины;

– очищения скважины от выбуренной породы и выноса ее на поверхность;

– охлаждения, смазывания бурового инструмента;

– уменьшения трения бурового инструмента о грунт;

– предотвращения налипания грунта на буровой инструмент и прокладываемый трубопровод.

Буровой раствор представляет смесь воды, натриевого бентонита «*HYG*-200» и полимера «*Universal PAC*». Приготовление бурового раствора осуществляется при помощи растворосмесительного узла (РСУ), входящего в состав нормокомплекта установки «*Robbins HDD*» *CMS* 4510 *TMSC*.

Разрабатывается схема организации рабочего места при бестраншейной прокладке трубопровода методом горизонтального направленного бурения (рисунок 1), составляется календарный план производства работ, определяется продолжительность работ.

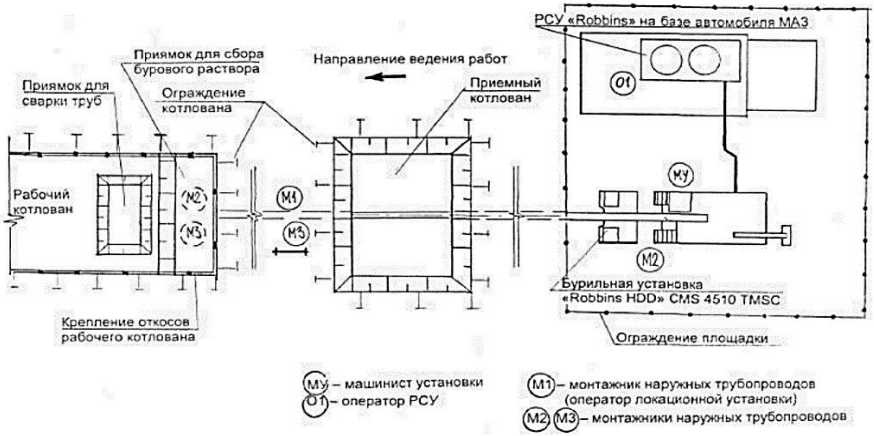


Рисунок 1 – Схема организации рабочего места

График движения рабочей силы проверяется на коэффициент неравномерности по формуле [1]

$$K = \frac{n_{\max}}{n_{\text{ср}}},$$

где $n_{\max}$ – максимальная численность рабочих на объекте, $n_{\max}$= 6 чел.; $n_{\text{ср}}$ – средняя численность рабочих на объекте.

Если коэффициент неравномерности движения рабочих получился меньше 1,5, расчет выполнен правильно.

Экономическое обоснование проведенных исследований и расчетов определяет перечень сравнительных показателей новой и традиционной технологий прокладки трубопроводов, условия перспективных разработок на будущее.

Вывод. Прокладка инженерных сетей из отдельных труб позволяет еще на стадии проектирования оптимизировать параметры машин и оборудования, реализовать на практике систему автоматизированного оперативного управления строительством при ограниченных материальных и трудовых ресурсах. Основываясь на исследованиях, можно сказать, что большую роль в защите окружающей среды играет выбор метода прокладки трубопровода, а также выбор материала труб.

Список литературы

1 **Орлов, В. А.** Строительство, реконструкция и ремонт водопроводных и водоотводящих сетей бестраншейными методами : учеб. пособие / В. А. Орлов, Е. В. Орлов. – М. : ИНФРА-М, 2015. – 222 с.

2 **Орлов В. А.** Стратегия и методы восстановления подземных трубопроводов / В. А. Орлов, В. А. Харькин. – М. : Стройиздат, 2001. – 220 с.

3 **Храменков С. В.** Бестраншейные методы восстановления трубопроводов / С. В. Храменков, О. Г. Примин, В. А. Орлов. – М. : Прима-Пресс-М, 2003. – 245 с.

УДК 661.832.532:504.06(575.4)

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ ГИДРОМИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ КАСПИЙСКОГО РЕГИОНА С ПОЛУЧЕНИЕМ ВЫСОКОЧИСТОГО СУЛЬФАТА КАЛИЯ

Р. О. БОРДЖАКОВ, Э. А. БЕРДЫЕВА
Институт телекоммуникаций и информатики Туркменистана, г. Ашхабад

Актуальность. Современная стратегия индустриального развития Туркменистана ориентирована на глубокую переработку природных богатств с соблюдением международных стандартов экологической безопасности. Залив Гарабогазгол является уникальным природным резервуаром сульфатно-магниевых солей, промышленное освоение которых позволяет создавать продукты с высокой добавленной стоимостью.

Производство сульфата калия (K_2SO_4) – стратегическая задача для химической отрасли. В отличие от традиционного хлорида калия, сульфатные удобрения не вызывают вторичного засоления почв и являются критически важными для повышения урожайности в условиях аридного климата. Однако традиционные методы переработки рапы сопряжены с высокими энергозатратами и образованием значительных объемов сточных рассолов. Ресурсосберегающий подход требует внедрения технологий, позволяющих минимизировать потребление пресной воды и энергии.