



Статья опубликована в специализированном научно-техническом квартальнике „GDMT Геоинженерия. Дороги. Мосты. Тоннели



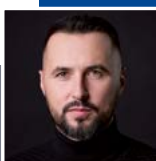
Рис. 1–2. | Инженеры BDC во время строительства туннеля под рекой Швина

БУРОВАЯ ХИМИЯ -СНЕМІЕ НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТУННЕЛЯ В СВИНОУЙСЦЕ ПРОЕКТ, ПОЛНЫЙ ВЫЗОВОВ

■ SŁAWOMIR WŁODEK

Исполнительный директор BDC International B.V.

Он набирал опыт, работая и участвуя в создании компаний в секторе буровой химии, а также в транспортной и консалтинговой отраслях. В своей профессиональной и научной деятельности он затрагивает вопросы, связанные с управлением, международными отношениями и экономической безопасностью. Он является практиком интернационализации предприятий и автором многочисленных аналитических исследований торговых и политических отношений. Он сотрудничает с множеством институтов как в стране, так и за рубежом. Руководит компанией BDC International B.V. в качестве исполнительного директора и партнера.



ИЗ ТЕКСТА

- ✓ какие задачи выполняла компания BDC Poland,
- ✓ какая система промывки была применена,
- ✓ какие специальные средства понадобились для решения проблемы сервисного обслуживания TBM.

Компания BDC International с 1976 года обслуживает инженерные проекты по всему миру.

Не только как производитель буровой химии, но и как поставщик комплексных технических решений. В 2021 году представители дочерней компании BDC Poland участвовали в проекте строительства дорожного соединения под

рекой Свина, известного как «Туннель Свиноуйсьце». Основной целью предприятия было соединение территорий островов Узнам и Волин. Эта задача была сопряжена с рядом инженерных вызовов, в решении которых знания, опыт и примененные меры компании BDC сыграли ключевую роль.

Наши действия были направлены на

следующие области:

1. Определение параметров и поставка системы промывки для TBM,
2. Подбор флокулянтов для системы очистки буровой жидкости,
3. Применение специальных средств для решения инженерных задач, возникающих в ходе реализации проекта.

СИСТЕМА ПРОМЫВКИ

Правильная буровая жидкость должна подбираться с учётом геологических условий и технических параметров проекта. Однако часто приходится учитывать различные ограничения, чтобы разрабатываемая жидкость соответствовала требованиям не только с точки зрения бурового процесса, но и могла быть обработана с использованием имеющегося оборудования (смесители, флокуляционные установки, используемые сита и т.д.). Дополнительным фактором являются устоявшиеся методы работы буровой бригады, которые порой становятся вызовом и требуют компромиссного решения.

Предложенная система, основанная на бентонитном продукте ****SwellGel MA****, была модифицирована не только непосредственно на месте проведения работ, но и на производственном уровне. Она отличалась низкой вязкостью, что позволяло увеличивать содержание твердой фазы, а также имела плоскую кривую потока.

В качестве дополнительного компонента использовался продукт ****EM35®****. Это уникальная жидкая полимерная смесь с широким спектром применения. В соответствующих дозировках она действует как флокулянт, предотвращает гидратацию глинистых пород и значительно снижает трение. Этот материал неоднократно подтверждал свою эффективность даже в самых сложных инженерных условиях. В составе буровой жидкости он является незаменимым «аварийным» компонентом в

случаях заклинивания буровой колонны. EM35® представляет собой жидкий до- бавка к буровым жидкостям на основе эмульсии полимера с много-молекулярной структурой, легко растворимую в воде и обладающую многофункциональными свойствами.

Добавление полимера EM35® к промывочной жидкости приводит к следующим эффектам:

- Образованию капсульных оболочек и снижению гидратации буримых глинистых пород,
- Стабилизации стенок скважины,
- Увеличению вязкости промывочной жидкости,
- Улучшению способности промывочной жидкости очищать буровое оборудование и транспортировать шлам из скважины,
- Снижению крутящего момента и сил трения при извлечении буровых труб за счёт улучшенных смазочных свойств,
- При низких концентрациях (10–100 г/м³ вызывает флокуляцию мелких частиц и предотвращает дисперсию твердой фазы в жидкости.

Эти характеристики – в частности, плоская кривая потока и сниженный коэффициент трения – положительно влияют на многие аспекты бурового процесса, такие как вынос и удаление шлама, защита стенок скважины и предотвращение миграции буровой жидкости в горные породы. Достигнутая смазывающая способность уменьшает трение между режущим инструментом и грунтом, что обеспечивает более эф-

фективное бурение и продлевает срок службы эксплуатационных элементов, часто остающихся незамеченными. Применяемая система промывки позволяет поддерживать постоянную вязкость жидкости даже при увеличении скоростей сдвига, а её эффективность в выносе шлама подтверждена (см. Таблицу 1).

Крайне важным элементом проведения буровых работ, особенно крупномасштабных, является обеспечение непрерывности поставок и готовность оперативно реагировать на потребности. Логистика становится настоящим вызовом, когда высокий расход материала сочетается с ограниченными возможностями его приёма и хранения (например, количество силосов, пространственные ограничения на строительной площадке). Своевременные поставки, готовность материалов и оперативность инженерного персонала являлись ключевыми факторами в обслуживании компании BDC. Производственная команда, партнерские организации, водители и координаторы совместно обеспечивали непрерывность работ, предотвращали потенциально дорогостоящие простои и, в конечном итоге, способствовали своевременному выполнению проекта, что подтверждено официальными документами генерального подрядчика.

ОЧИЩЕНИЕ БУРОВОЙ ЖИДКОСТИ

Компания BDC поставляет флокулянты для множества отраслей про-

состав	Считывание на приборе Fann 600/300	Пластическая вязкость [сР]	Граница текучести [lb/100sqft]	Структурная прочность [lb/100sqft] 10" i 10'	Коэффициент трения [-]
EM35® - 5 kg/m³	23/16	7	9	0"/4'	0,18
EM35® - 6 kg/m³	31/22	9	13	4"/5'	0,15
EM35® - 7 kg/m³	34/24	10	14	5"/7'	0,13
EM35® - 8 kg/m³	36/27	7	20	7"/9'	0,1

ТАБЛИЦА 1. | Добавка EM35 в системе промывки ТВМ. Источник: Собственная разработка*

коагулянт	флокулянт	доза	время смешивания	Значение флокуляции для 4 см	Мутность через 5 минут	Скорость седиментации $v_{sed.}$	Примечания
		[g/m³]	[s]	[s]	[NTU]	[m/h]	
P93 10% r-r	P21 0.1% r-r	04 / 1	60 + 30	8	6	18	
P93 10% r-r	P21 0.1% r-r	04 / 1	60 + 30	6	4	24	
P93 10% r-r	P22 0.1% r-r	04 / 1	60 + 30	16	6	9,0	
P93 10% r-r	P23 0.1% r-r	0,4 / 0,5	60 + 30	9	5	16,0	pH 6,0

ТАБЛИЦА 2. | Подбор флокулянта. Источник: Собственная разработка

мышленности. Одной из самых эффективных продуктовых групп в нашем ассортименте являются специализированные полимеры. В рассматриваемом проекте система очистки буровой жидкости была основана на флокуляционной установке.

Подбор флокулянтов является ключевым процессом во многих сферах. Флокуляция – это технология, позволяющая объединять мелкие взвешенные частицы в более крупные агрегаты, которые легче удаляются. Этот процесс имеет решающее значение при очистке жидкостей, в том числе в бурении и инженерных работах.

Выбор подходящего флокулянта зависит от нескольких факторов: типа и размера частиц, условий процесса, pH среды, температуры, а также наличия других химических веществ. Существует множество видов флокулянтов – от солей и полиэлектролитов до органических полимеров.

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Компания BDC обладает обширным опытом в подборе флокулянтов. Для правильного выбора рекомендуется проведение лабораторных испытаний или опытов в малом масштабе с целью оценки эффективности различных химических средств при конкретных условиях процесса. Следует помнить, что оптимальный выбор оказывает существенное влияние на эффективность процесса, а также на затраты на производство и очистку.



Рис. 3. | Смесь до и после применения P-Floc 23

В лабораторию BDC были направлены пробы обрабатываемой буровой жидкости для подбора оптимального флокулянта. Лабораторный анализ показал, что предоставленный материал представлял собой неоднородную смесь с содержанием сухой массы примерно 0,7% SOM. Из-за высокой плотности материал сам по себе оседает, а отделенная надосадочная вода имеет беловатый оттенок. После 120 минут бурения вода становится мутной и содержит множество взвешенных частиц, поэтому целью BDC было подобрать средства для получения чистой воды, пригодной для отведения.

Обрабатываемая вода должна обладать низкой мутностью (NTU), а добавляемые средства должны действовать быстро – скорость оседания является ключевым показателем. Подбор оптимального средства для конкретного проекта – это кропотливый процесс. В данной статье мы ограничимся демонстрацией результатов применения оптимального препарата. Наиболее эффективный с физико-химической точки зрения продукт позволяет оптимизировать экономику всего процесса очистки буровой жидкости. В заключение можно отметить, что оптимальным выбором стало P-Floc 23.

Процесс флокуляции протекает настолько эффективно, что отделённую надосадочную воду можно без проблем откачать, а осевшую жидкость – обработать, подавая её на обезвоживающее оборудование (например, фильтровальные прессы, центрифуги) или удалив с помощью механических средств.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

Специальные средства и индивидуальные решения всегда играли и продолжают играть важную роль во многих работах. Иногда возникает проблема, решение которой требует слаженной работы всей команды и взаимодействия всех задействованных сторон. Такая ситуация произошла в рамках проекта «Туннель Свиноуйсьце», связанная с обслуживанием режущих элементов щита.

Бурение туннелей с помощью TBM (Tunnel Boring Machine) – это передовой метод строительства туннелей, при котором используется специализированное оборудование – режущий щит (TBM-щит). Обслуживание щита включает в себя проведение технического обслуживания, ремонта и сервисных работ машины во время бурения туннеля. Это важный аспект, гарантирующий бесперебойную и безопасную работу TBM на протяжении всего проекта.

Обслуживание щита TBM – это комплексный процесс, требующий точности и строгого соблюдения норм безопасности. Основные этапы сервисного обслуживания щита TBM включают:

1. Вдувание воздуха.

При бурении туннеля с помощью TBM крайне важно обеспечить надлежащую вентиляцию, особенно в подводных туннелях. Для подачи воздуха в туннель используются специальные установки и вентиляционные системы.

2. Вход сервисного персонала.

Инженерная команда проводит проверки состояния щита, удаляет отложения и устраняет неисправности.

3. Замена элементов щита и ремонт.

Компоненты TBM являются сменными, и их износ зависит от типа буримого грунта. Во время обслуживания может потребоваться замена элементов щита, например, режущего валика, а также проведение всех необходимых ремонтов и регулировок для обеспечения корректной работы машины.

4. Инспекция и техническое обслуживание.

Регулярные проверки являются ключевыми для своевременного обнаружения потенциальных проблем. Сервисный персонал контролирует состояние щита, механических и электрических систем, а также проводит мероприятия по техническому обслуживанию для поддержания оптимальной работы TBM.

Следует отметить, что обслуживание щитов TBM требует специализированных знаний и опыта, а все работы должны проводиться в строгом соответствии с нормами и процедурами безопасности. На начальном этапе специалисты столкнулись с проблемой: сервисная камера не удерживала необходимое давление, вследствие чего вышеописанные процедуры не могли быть выполнены. Сервисный персонал не мог выполнить свои обязанности, и машина была вынуждена прекратить работу. В экстренном порядке инженеры BDC Poland прибыли на место работ, взяв с собой специальные полимеры из группы LCM.

Для решения проблемы был выбран полимер **Modisorb**. Активное вещество этого продукта применяется в качестве компонента буровой жидкости благодаря своим загущающим и стабилизирующим свойствам. Полимер способен поглощать и удерживать большое количество воды, что приводит к его значительному разбуханию. Эта способность позволяет образовывать полимерную сеть, которая увеличивает вязкость и снижает проницаемость жидкости. Во время бурения буровая жидкость может просачиваться в горные породы, особенно если они обладают высокой пористостью. Modisorb

способствует формированию барьера на стенках скважины, снижая возможность проникновения жидкости в формации. Примененный материал, как компонент буровой жидкости, формирует полимерную сеть, эффективно стабилизирующую стенки скважины и предотвращающую их обрушение или эрозию. Особенностью этого материала является короткая длина полимерной цепи, что имеет особое значение в данном случае. Полимерные вещества с различной молекулярной массой и степенью гидрофильности могут быть адаптированы к специфическим требованиям буровых работ. Например, короткоцепочечные полимеры могут быть эффективнее в предотвращении утечек буровой жидкости, в то время как длинноцепочечные – лучше способствуют загущению жидкости.

После добавления в буровую жидкость специальное средство проникло в трещины горной породы, увеличив свой объём в несколько раз. Modisorb, использованный для устранения утечек промывочной жидкости, отлично справился со своей задачей, позволяя поддерживать необходимое давление для проведения сервисных работ.

Выбранные на месте решения, правильный выбор системы и продуктов, а также применение накопленных практических знаний о процессах, происходящих в буримых формациях, способствовали выполнению требований заказчика и решению возникающих в ходе работ задач. Правильный подбор материалов и слаженность работы всей команды позволили повысить эффективность бурового процесса и минимизировать потенциальные проблемы, связанные с технологическими простоями, что в конечном итоге способствовало успеху проекта. Мы гордимся тем, что смогли принять участие в этом предприятии, внося положительный вклад в историю реализованных проектов. |



СВЯЖИТЕСЬ С НАМИ
tel. +48 12 650 66 42
email: info@bdc.com.pl
www.bdc.com.pl

