

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 625.28(06)

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДИФИКАЦИИ БЕНТОНИТОВЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ БЕСТРАНШЕЙНОЙ ПРОКЛАДКИ КОММУНИКАЦИЙ

Дмитриева Н.В.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Агафонова И.П.

Бендерский политехнический филиал

Приднестровского государственного университета имени Т.Г. Шевченко

(г. Бендеры, Молдова)

В статье описаны экологические аспекты применения бентонитовых растворов. Уменьшение стоимости бестраншейных технологий возможно при использовании глин Черкасского месторождения. В работе представлены эксплуатационные свойства и технологические регламенты приготовления бентонитовых растворов.

Ключевые слова: бентонит, горизонтально-направленное бурение, эксплуатационные свойства, технологический регламент.

Постановка проблемы. Одной из современных задач в области строительства является повышение эффективности строительного производства. В строительстве, как и в других отраслях народного хозяйства в наше время все больше находят применение новые технологии или усовершенствование старых [1].

К сожалению, с наступлением нового тысячелетия актуальность старых проблем ничуть не уменьшилась. Вопросы экологии по-прежнему беспокоят прогрессивную часть человечества.

В условиях современного градостроительства с его тенденцией уплотненной застройки, природный ландшафт приобретает все возрастающее значение для физических и духовных потребностей человека.

Сегодня современный город нуждается в постоянном развитии и восстановлении систем подземных сооружений. Поэтому перед специалистами основная задача стоит в правильном выборе технологии с точки зрения энергоресурсных сбережений.

Однако технология устройства многочисленных заглубленных сооружений и инженерных сетей, требует специальных дорогостоящих инженерных мероприятий.

Для устройства инженерных коммуникаций в последнее десятилетие широко распространилось новое направление – бестраншейные технологии.

Анализ последних исследований и публикаций. На сегодняшний день среди известных технологий бестраншейной прокладки коммуникаций при строительстве и реконструкции коммунальных сетей наиболее востребованным является метод горизонтально-направленного бурения (ГНБ). Для его реализации необходим специальный глинистый раствор. Отсутствие высококачественных глинопорошков в Украине привело к достаточно интенсивному росту спроса на импортную дорогостоящую бентонитовую продукцию. Возникает задача: исследовать свойства и усовершенствовать приготовление глино-

порошков в Украине, обладающих особыми эксплуатационными свойствами.

Исследованиями глинистых растворов занимались М.И. Смородинов, С.Ю. Жуховицкий, В.Д. Городнов, А.И. Булатов, У.Д. Мамаджанов, Ф.Д. Овчаренко, Дж.Р. Грей, Г.С.Г. Дарли, С.А. Рябокони, А.И. Пеньков и др.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. Существующая технология приготовления растворов заимствована из вертикального бурения и требует корректировки для применения при прокладке коммуникаций методом ГНБ.

Глинистый раствор, используемый при горизонтально-направленном бурении, представляет собой суспензию глинистого бентонитового порошка в воде. Основные характеристики используемые в буровом растворе глины – пластинообразная структура и высокая гигроскопичность, которые обеспечивают необходимые эксплуатационные свойства бурового раствора – вязкость и способность уменьшать трение.

Бентонитовый раствор выполняет следующие важнейшие функции:

- водонасыщение, размягчение грунта и его последующее разрушение (размыв);
- вынос из скважины на поверхность частиц разбуренной породы;
- гидравлическая передача мощности для привода забойного бурового инструмента;
- охлаждение и очистка бурового инструмента;
- поддержание устойчивости стенок скважины, предотвращение обвалов и осыпей;
- удержание частиц разбуренной породы во взвешенном состоянии при остановках бурения;
- кольматация стенок скважины для предотвращения попадания грунтовых вод в полость скважины и поглощения бурового раствора окружающей породой [2].

Общими свойствами бентонитовых глин являются дисперсность, адсорбционная способность, набухаемость, связующая способность и другие характеристики.

Бентонитовый порошок представляет собой продукт сушки и тонкого помола природного материала – бентонитовой глины, сохранившей все свои коллоидно-химические свойства.

Глинопорошки имеют ряд преимуществ перед комовыми глинами. Во-первых, набухание частиц происходит быстрее; во-вторых смесь получается с малым содержанием твердой фазы; в-третьих, упрощение процесса приготовления бурового раствора непосредственно на объекте и др.

Одним из основных месторождений бентонитовых глин в Украине является Черкасское месторождение. Глины этого месторождения разрабатывают и выпускают для приготовления суспензий при щитовой проходке тоннелей, для сооружения «стены в грунте», противофильтрационных завес, тиксотропных рубашек.

Для использования же их в области горизонтально-направленного бурения были необходимо исследование основных показателей бентонитовых глин и усовершенствование технологии приготовления растворов на их основе.

Изложения основного материала. К таким важным эксплуатационным показателям глинистого раствора для бурения относятся:

Выход бурового раствора – это показатель, зависящий от минералогического и химического состава порошка, а также от технологии его помола. Выход раствора определяет расход бентонитового порошка требуемого качества для приготовления бурового раствора.

Предельное статическое напряжение сдвига (ПНСН) – отражает прочность его коагуляционной структуры в статических условиях при небольших градиентах скоростей деформации системы.

Вязкость – характеризует подъемную силу раствора и определяется концентрацией и степенью гидратации взвешенных частиц. Определяется в лабораторных условиях вискозиметром при 300 обр/мин и 600 обр/мин.

Условная вязкость – характеризует гидравлическое сопротивление бурового раствора течению.

Эффективная вязкость – косвенно характеризует вязкость бурового раствора как ньютоновской жидкости.

Пластическая вязкость – это та часть сопротивления течению жидкости, которая вызывается механическим трением.

Показатель фильтрации – косвенно характеризует способность раствора отфильтровываться через стенки скважины.

Показатель седиментации – косвенно показывает стабильность бурового раствора.

Толщина корки – определяет способность бурового раствора создавать малопроницаемую корку на стенках скважины. Исследование водоотдачи и толщины глинистой корки на приборе

ВМ-6 сводится к определению скорости фильтрации жидкости при определенных условиях давления и времени [2]. Для сравнения показателей испытаний с показателями мировых стандартов.

На основе теоретического анализа особенностей реологического поведения буровых растворов и обобщения результатов известных исследований был разработан план эксперимента. Задачами эксперимента являлись:

- исследование влияния скорости перемешивания бурового раствора на его качество;
- исследование влияния времени перемешивания бурового раствора на его свойства;
- исследование влияния варьирования специальных технических средств (сменного оборудования лопастных смесителей), осуществляющих процесс перемешивания бурового раствора на его свойства.

Определено количество глинопорошка для получения 1 литра глинистого раствора соответствующее выходу, равному 20 м³ глинистого раствора из 1 тонны глинопорошка. Содержание песка 0,02%, влажность глинопорошка – 10,58%. Исходная марка глинопорошка – ПБА 20 (выход раствора).

Для приготовления буровых глинистых растворов, как правило, применяют лопастные растворосмесители. Быстроходные турбинные растворомешалки и глиномешалки различных типов. Приготовление раствора осуществляется непосредственно на объекте. Анализируя различные конструкции смесителей и объединяя их по такому признаку, как энергоёмкость и эффективность перемешивания (достижение степени однородности раствора, которое в свою очередь, ведет к повышению качества и стабильности раствора) можно заключить, что лопастные растворосмесители наиболее полно отвечают предъявленным требованиям.

При проведении эксперимента варьировалась скорость перешивания бурового раствора.

Конструктивной особенностью разработанной модели лопастного смесителя является сменность его оборудования (лопастей) и конфигурации лопастей.

Виды сменного оборудования представлены на рисунке 1.

На первом этапе, на основании анализ оптимизационных диаграмм определено влияние времени перемешивания на технологические параметры специального раствора на основе бентонитов украинского производства. Установлено, что время приготовления таких растворов может быть сокращено до 15 минут по сравнению с рекомендуемым временем приготовления 20 минут.

На втором этапе работы исследовалось изменение параметров специального глинистого рас-



Рис. 1а. Насадка – 1

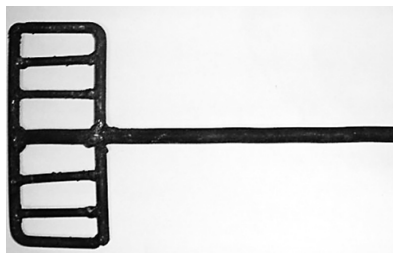


Рис. 1б. Насадка – 2

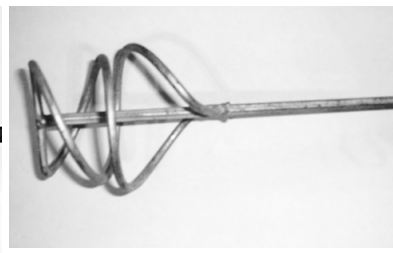


Рис. 1в. Насадка – 3

твора в зависимости от скорости перемешивания и вида оборудования. В первой части этого этапа исследования проводились на момент приготовления. В этом случае, оценивались вероятная и пластическая вязкости, условная вязкость раствора, изменения плотности раствора и показателя рН предельного динамического напряжения сдвигу (точка Йелда) и статического напряжения сдвигу. Исследования проводились для 9 различных составов. Составы отличались между собой количеством и видом добавок. Все составы перемешивались в течение 15 мин.

После изучения результатов основных свойств бентонитовых растворов [3, 4, 5, 6, 7] необходимо также учесть и подобрать его составы для различных геологических условий, технологической стадии процесса бурения, применяемых технологических приемов и типа применяемого оборудования.

Установлено, что для достижения требуемых величин некоторых свойств требуется технологический перерыв. Для установления продолжительности технологического перерыва были проведены дополнительные исследования.

Определение времени технологического перерыва на основании результатов исследования структуры геля (тиксотропия раствора) составов приготовленных насадкой 2 представлены в виде графика на рисунке 2.

Минимальная требуемая величина этого параметра – 3 Н/м². Растворы, модифицированные добавками импортного производства, достигают технологической готовности приблизительно через час. Растворам, модифицированным добавками украинского производства для достижения технологической готовности, требуется не менее 3 часов. Как видно из графика (рис. 2) раствору без добавок (состав 1) требуется технологический перерыв более 24 часов. При этом, в отличие от растворов на основе импортных глинопорошков, глинистый раствор на основе украинского сырья значительно большее

время сохраняет работоспособные свойства без дополнительного перемешивания.

На основании полученных результатов исследований [4, 5, 6] разработан технологический регламент на приготовление специальных растворов на основе глинопорошков украинского производства для использования их при бесшланговой прокладке коммуникаций методом горизонтально-направленного бурения.

Технологический регламент приготовления специальных растворов из глинопорошка, модифицированного добавками украинского производства следующий:

1. Заливка расчетного количества воды с температурой не ниже 18°C.

2. Засыпка в смеситель расчетного количества глинопорошка, модифицированного химическими добавками украинского производства.

3. Предварительное перемешивание с использованием насадки 2 со скоростью 1600 об/мин в течение 5 минут.

4. Окончательное перемешивание с использованием насадки 2 в смесителе со скоростью 1000-1600 об/мин в течение 10 минут.

5. Перерыв для достижения раствором технологической готовности – не менее 3 часа.

6. Подача раствора к буровой головке.

Результаты натурных исследований на объекте внедрения (г. Коростень, Житомирская обл., с. Корсунцы, Одесская обл.) позволили откорректировать разработанную технологию приготовления специального раствора. Дополнения к технологическому регламенту приведены ниже.

1. Раствор следует готовить в специальной емкости перед началом работ и постоянно пополнять ее в процессе строительства пилотной скважины, расширения бурового канала и протягивания трубопровода.

2. Технологическая схема блока приготовления раствора на основе глинопорошков должна включать в себя емкость для перемешивания компонентов раствора, оснащенную загрузочной

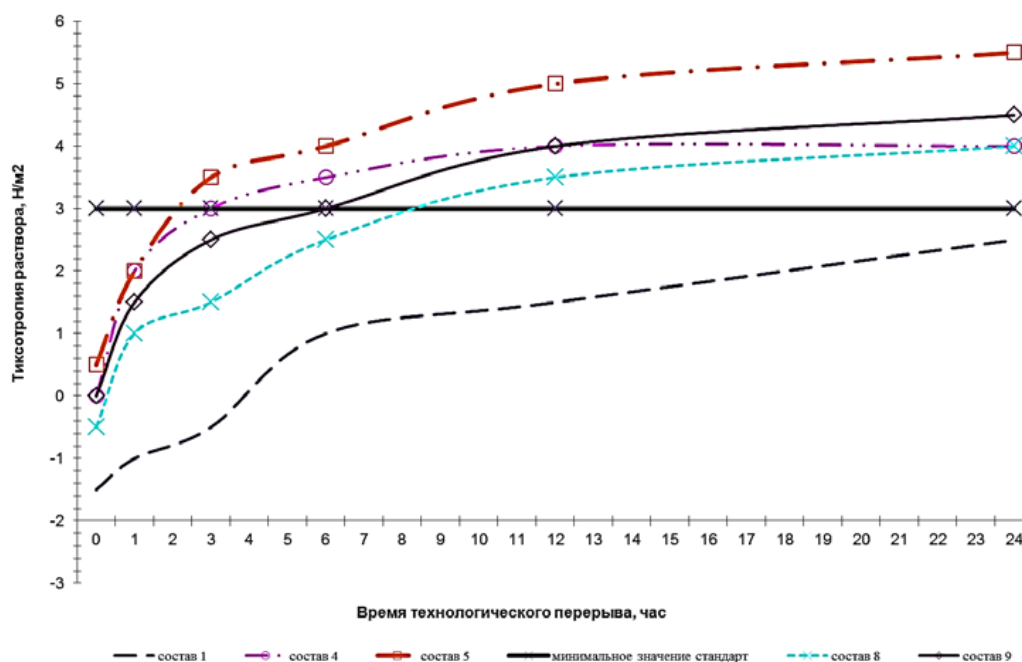


Рис. 2. Влияние показателя тиксотропии раствора на продолжительность технологического перерыва

воронкой и механическим смесителем с использованием насадки 2 и центробежный насос.

3. Приготовления бурового раствора с использованием данной схемы должно осуществляться в следующей последовательности.

3.1. В емкость залить необходимое (расчетное) количество воды, подать ее по замкнутому циклу с помощью насоса. Вода для приготовления глинистых растворов должна быть пресной и отвечать требованиям ГОСТ 23732-79. В случае если это необходимо, доводят качество воды до требуемого уровня, путем обработки химическими реагентами.

3.2. Порционно компоненты специального раствора загрузить через воронку, в смеситель.

3.3. Перемешивать компоненты с водой в течение 5 минут со скоростью 1600 об/мин с использованием насадки 2.

3.4. Дополнительно перемешивать компоненты течение 10 минут:

– со скоростью 1600-2200 об/мин при применении глинопорошок, модифицированный добавками импортного производства;

– со скоростью 1000-1600 об/мин – глинопорошок, модифицированный добавками украинского производства.

4. После окончания процесса перемешивания необходимо проверить соответствие основных технологических показателей раствора, требуемым.

5. Выдержать технологический перерыв для достижения раствором технологической готовности 1-3 часа, при использовании глинопорошков украинского производства, модифицированных добавками импортного производства – не менее 1 часа, украинских – не менее 3 часов.

6. После достижения технологической готовности подать готовый раствор из емкости для приготовления к установке ГНБ для использования в процессе бурения пилотной скважины,

расширения бурового канала и протягивании трубопровода.

7. Обеспечить циркуляцию раствора в скважине, с помощью установки ГНБ в течение всего технологического процесса прокладки.

8. Минимальный объем раствора, необходимый для поддержания циркуляции, принимать в соответствии с расчетами, приведенными, в диссертационной работе.

Дополнения позволят использовать результаты, полученных в лабораторных условиях, при прокладке инженерных коммуникаций методом горизонтально-направленного бурения.

Основной результат производственной апробации то, что разработанная технология позволяет улучшить эксплуатационные показатели, сохраняя технологические показатели на требуемом уровне.

Различие результатов лабораторных исследований и производственной апробации составили 3-12%. В инженерном плане такую разницу результатов принято считать допустимой. Потому результаты лабораторных исследований можно считать достоверными.

Выводы и предложения. 1. Бестраншейные технологии прокладки инженерных коммуникаций позволяют производить работы с сохранением экологической обстановки городской среды

2. Разработанный технологический регламент приготовления специальных растворов из глинопорошка на основе глин Черкасского месторождения позволит использовать его при прокладке коммуникаций данным способом, сохраняя при этом все необходимые требования и качественные показатели.

3. Результаты модификаций бетонитовых растворов позволяют нам усовершенствовать технологию приготовления глинопорошков в Украине, что подтверждено натурными исследованиями.

Список литературы:

1. Орлов В.А., Орлов Е.В. «Строительство, реконструкция и ремонт водопроводных и водоотводящих сетей бестраншейными методами. – М.: Инфра-М, 2007, с. 13.
2. Рыбаков А.П. Основы бестраншейных технологий. Теория и практика. – М., 2005.
3. Круглицкий Н.Н., Мильковицкий С.И., Скворцов В.Ф., Шейнблум В.М. «Траншейные стенки в грунтах». – К. «Наукова думка» – 1973, с. 97.
4. Дмитриева Н.В., Попов О.А. Оптимизация результатов исследования показателей пластической вязкости глинистого раствора в зависимости от способа приготовления. Вестник Одесской государственной академии строительства и архитектуры. Вып. 34: Одесса, 2009. – С. 371-377.
5. Дмитриева Н.В. Исследования водородного показателя раствора в зависимости от технологических режимов приготовления и конфигурации оборудования. Вестник Одесской государственной академии строительства и архитектуры. Вып. № 40. – Одесса, «Зовнішрекламсервіс» 2010. – С. 71-77.
6. Дмитриева Н.В., Лапина О.И. Влияния технологических параметров приготовления на показатель водоотдачи глинистого раствора для горизонтально-направленного бурения. Всеукраинский научно-технический и производственный журнал «Строительные материалы и изделия» – Киев, 2011 – С. 14-16.
7. Дмитриева Н.В., Попов О.А. Исследование влияния технологических режимов приготовления специальных растворов на показатели вероятной вязкости Вестник Одесской государственной академии строительства и архитектуры. Вып. № 48. – часть 1. – Одесса, 2012. – С. 134-140.
8. PN-EN ISO 13500 2006(4) Przemyst naftowy I gozowniczy Materialy do sporzadzania pluczek wiertniczych. Specyfikacja I badania.

Дмитрієва Н.В.

Одеська державна академія будівництва і архітектури

Агафонова І.П.

Бендерська політехнічна філія

Придністровського державного університету імені Т.Г. Шевченка (м. Бендери, Молдова)

РЕЗУЛЬТАТИ МОДИФІКАЦІЇ БЕНТОНІТОВИХ РОЗЧИНІВ ДЛЯ БЕЗТРАНШЕЙНОГО ПРОКЛАДАННЯ КОМУНІКАЦІЙ

Анотація

У статті описані екологічні аспекти застосування бентонітових розчинів. Зменшення вартості безтраншейних технологій можливо при використанні глини Черкаського родовища. В роботі представлені експлуатаційні властивості і технологічні регламенти приготування бентонітових розчинів.

Ключові слова: бентоніт, горизонтально-направлене буріння, експлуатаційні властивості, технологічний регламент.

Dmitriiieva N.V.

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

Agafonova I.P.

Bendery Polytechnic Branch

of the Pridnestrovian State University named after T.G. Shevchenko (Bender, Moldova)

RESULTS OF THE MODIFICATION OF BENTONITE SOLUTIONS FOR THE TRENCHLESS LAYING OF COMMUNICATIONS

Summary

The article describes the ecological aspects of using of bentonite solutions. A reduction in the cost of trenchless technologies is possible with using the of the clay of Cherkassy deposit. The paper presents the operational properties and technological procedures for the preparation of bentonite solutions.

Keywords: bentonite, horizontal- directional drilling, operational properties, technological regulation.