

## АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ БУРОВОГО РАСТВОРА, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИХ ЕГО КАЧЕСТВО

Дмитриева Н.В., Попов О.А. *(Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)*

**В статье описываются свойства бентонитовых глин и параметры буровых растворов. Рассмотрено влияние буровых растворов на технологию горизонтально-направленного бурения.**

Одним из эффективных видов бестраншейной прокладки и ремонта инженерных сетей в условиях плотной городской застройки является горизонтально-направленное бурение (ГНБ) – процесс разработки грунта с использованием специального глинистого раствора без устройства траншей.

Основными задачами использования бурового раствора для горизонтально-направленного бурения является уменьшение трения между грунтом, частями бурового оборудования и прокладываемыми коммуникациями, предохранение скважины от обвалов, охлаждение породоразрушающего инструмента и очищение скважины от ее обломков, вынос их на поверхность, а также кольматация стенок скважины для предотвращения попадания грунтовых вод.

Немаловажным фактором влияющим как на процесс бурения, так и на успешность строительства скважины является правильный выбор бурового раствора. Существуют различные типы буровых растворов. В горизонтально-направленном бурении в основном используются многокомпонентные промывочные жидкости, в которых в качестве коллоидной фракции используются такие глины, получили название глинистых растворов.

При выборе сорта глины для приготовления глинистого раствора существенное значение имеют минерализация воды затворения и состав разбуриваемых пород. Лучшими являются бентонитовые глины. Основные характеристики бентонитовых глин, используемой в буровом растворе – пластинообразная структура и высокая гигроскопичность. Они обеспечивают необходимые эксплуатационные свойства бурового раствора – вязкость и способность уменьшать трение.

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



Дисперсность – характеристика размера частиц в дисперсных системах, которые состоят из множества мелких частиц (дисперсной фазы), распределенных в однородной (дисперсной) среде.

Адсорбция – способность глин поглощать вещества из жидкой среды.

Набухаемостью в глинистых растворах считается [1] притяжение молекул воды тонкодисперсными частицами глины.

Вследствие небольшой прочности кислородных связей между частичками монтмориллонита и высокой степени дисперсности бентонитовая глина способна в пресной воде распускаться на элементарные частички, набухать и связывать физически большое количество воды. Особенно сильно набухают натриевые бентониты, распускаясь в пресной воде, они могут увеличиться в объеме до 8-14 раз [2].

С развитием бестраншейных технологий связан достаточно интенсивный рост спроса на бентонитовую продукцию. Однако, отсутствие высококачественных глинопорошков в Украине привело к импорту дорогостоящей бентонитовой продукции.

При этом, украинская сырьевая база представлена одним из лучших в мире месторождений бентонитовых глин. Однако, для использования украинских бентонитовых глин в области горизонтально-направленного бурения необходимо проведение комплексных исследований их свойств.

О способности раствора выполнять его назначения судят по ряду параметров, характеризующих определенные свойства раствора.

Основными критериями промышленной полезности глинистых растворов служат вязкость (условная и абсолютная), статическое напряжение сдвига, водоотдача и удельный вес [3].

В процессе бурения, к глинистому раствору предъявляются все большие требования. Нередко качество глинистого раствора становится одним из важнейших факторов, определяющих успешность бурения.

На основе теоретического анализа особенностей реологического поведения буровых растворов, экспериментальных работ и обобщения гидравлических исследований разработан комплекс параметров, который целесообразно использовать как для контроля и регулирования их свойств при физико-химической обработке, так и для инженерных расчетов [2].

Для использования бентонитов при горизонтально-направленном бурении, в соответствии с нормативными документами необходимо определять следующие параметры глинистых растворов.

**Плотность** – это вес единицы объема бурового раствора, которая обуславливает поддержание частиц бурового раствора во взвешенном



состоянии. Увеличение плотности бурового раствора увеличивает его несущую способность за счет увеличения его подъемной силы и вязкости вследствие возросшего содержания в нем твердой фазы [3].

Плотность бурового раствора непосредственно связана с количеством и средним удельным весом твердой фазы в системе. От плотности также зависит величина давления, оказываемого промывочной жидкостью на стенки скважины.

**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** – отражает прочность его коагуляционной структуры в статических условиях при небольших градиентах скоростей деформации системы.

**Вязкость** – характеризует способность раствора удерживать выбуренные частицы. Она определяется концентрацией и степенью гидратации взвешенных частиц. Исследования вязкости проводят в лабораторных условиях вискозиметром при частоте вращения 300 об/мин и 600 об/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. Определяется согласно формуле (1):

$$PV = \varphi_{600} - \varphi_{300} \quad (1)$$

**Предельное динамическое напряжение сдвига (точка Йелда)** – определяет составляющую сопротивления течению жидкости, вызванную электрохимическими силами взаимодействия в буровой суспензии. Расчет производится по формуле (2):

$$\gamma_P = 0,5 \cdot (\varphi_{600} - PV) \quad [\text{мПа} \cdot \text{с}] \quad (2)$$

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

**Показатель седиментации** – косвенно показывает стабильность бурового раствора.



**Стабильность** характеризует способность раствора удерживать частицы во взвешенном состоянии. Она определяется величиной разности плотностей нижней и верхней половин объема одной пробы после отстоя в течении 24 ч.

**Толщина корки** – определяет способность бурового раствора создавать малопроницаемую корку на стенках скважины. Исследование водоотдачи и толщины глинистой корки на специальных приборах сводится к определению скорости фильтрации жидкости при определенных условиях давления и времени [4].

**Содержание абразивных частиц** (песка) - параметр, характеризующий содержание в растворе частиц (породы, не разведенных комочков глины), не способных растворяться в воде. Абразивные породы вызывают интенсивный износ бурового оборудования. Поэтому важно контролировать содержание таких частиц, чтобы своевременно принять меры к удалению их из раствора.

**Суточный отстой** - количество воды, выделяющееся за сутки из раствора при его неподвижном хранении. Для высокостабильных растворов величина суточного отстоя должна быть равна нулю.

**Величина водородного показателя рН** характеризует щелочность бурового раствора. При  $pH > 7$  раствор щелочной, при  $pH = 7$  - нейтральный, при  $pH < 7$  - кислый.[5]

Проведенный анализ информационных источников показал, что при изучении свойств буровых растворов не учитывается такое важное, на наш взгляд, свойство как его адгезия. Адгезия - сцепление поверхностей разнородных твердых или жидких тел. Она обусловлена межмолекулярным взаимодействием в поверхностном слое и характеризуется удельной работой, необходимой для разделения поверхностей. Значительное прилипание бурового раствора к оборудованию влечет за собой перенагрузку двигателя, выход из строя бурильного инструмента и может привести к аварийной ситуации на объекте. По нашему мнению, исследования адгезионных свойств бурового раствора позволят улучшить его качество, и тем самым избежать негативных последствий, упомянутых выше. Регулирование данного параметра бурового раствора даст возможность управлять технологическим процессом бурения.

Анализ информационных источников позволил выявить способ определения реологических свойств буровых растворов, включающий адгезионное напряжение сдвига на цилиндре (прибор СНС-2), с гладкой поверхностью.

Суть способа заключается в следующем. На приборе СНС-2 (рис.1) с коаксиальными цилиндрами определяют статическое напряжение



сдвига на цилиндре. Затем коаксиальный цилиндр заменяют на цилиндр с гладкой поверхностью и определяют адгезионное напряжение сдвига за то же время.

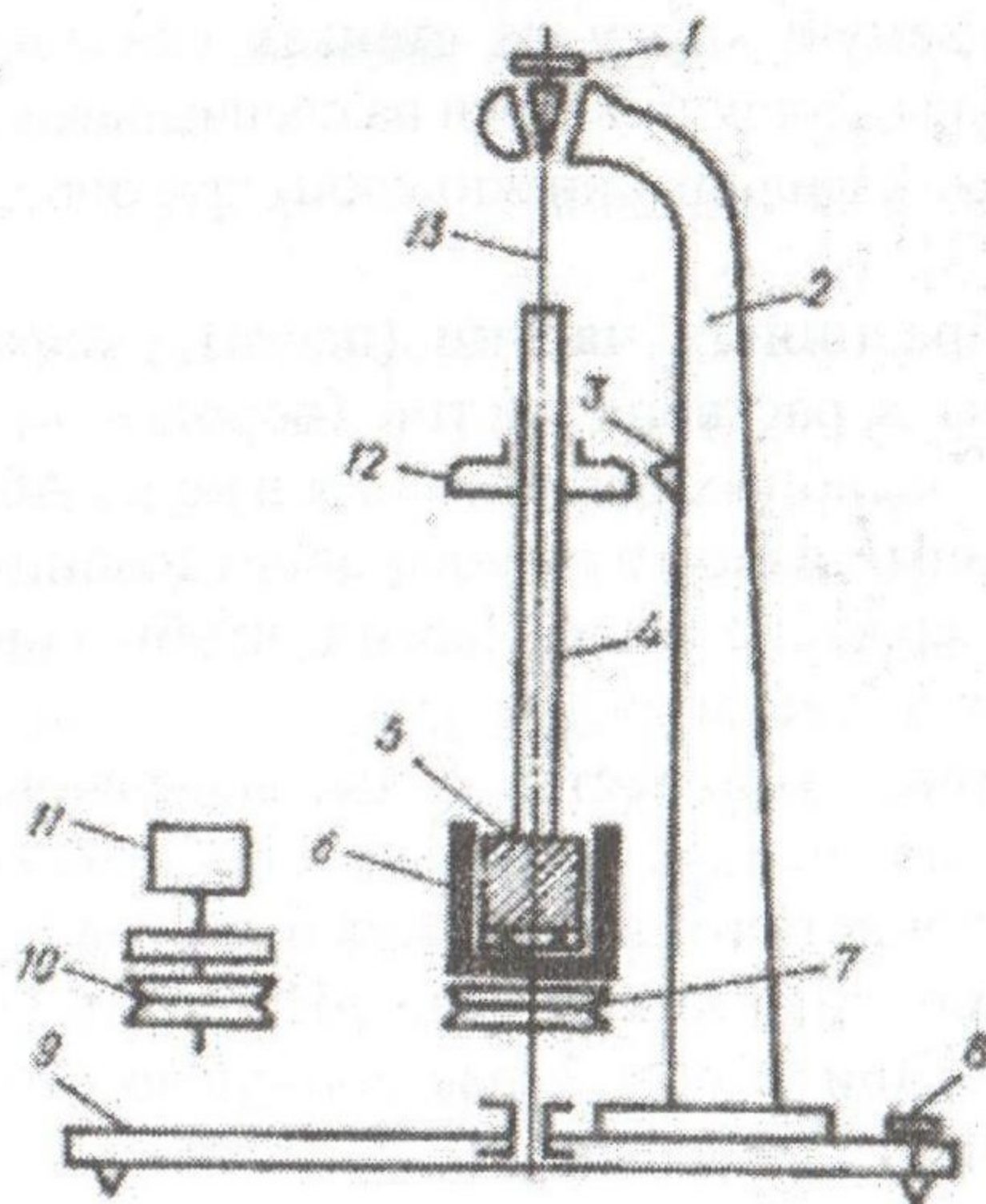


Рис.1. Схема прибора СНС-2

1 - пробка; 2 - стойка; 3 - указатель; 4 - трубка; 5 - подвесной цилиндр; 6 - вращающийся цилиндр; 7 - шкив; 8 - установочный винт; 9 - плита; 10 - шкив; 11 - электромотор; 12 - шкала; 13 - нить.

Адгезионное напряжение сдвига можно выразить из выражения определения толщины пристенного слоя [6]:

$$\Delta r = r(A/Q - 1), \quad (3)$$

Из формулы (3) следует, что:

$$A = (Q(\Delta r^2 - r^2))/r^2, \quad (4)$$

где:

A – адгезионное напряжение сдвига, мг/см<sup>2</sup>;

Q – напряжение сдвига, мг/см<sup>2</sup>;

r – радиус цилиндра, см;



$\Delta r$  – толщина пристенного слоя, см

### **Выводы**

На основании проведенного анализа установлено, что применение бурового раствора на основе украинских бентонитов в горизонтально-направленном бурении невозможно без их комплексных исследований, включающих определение адгезионного напряжения сдвига.

Измерение показателей этого свойства позволит расширить возможность определения реологических и технологических свойств бурового раствора.

### **Литература**

1. Райс Ф. Глины. перевод с англ. А.С. Глинка –Вашингтон, 1932, 402с.
2. Рябченко В.И. Управление свойствами буровых растворов, М. Недра,1990, 233с.
3. Жуховицкий С.Ю. Регулирование параметров глинистых растворов, Москва, Гостоптехиздат.1961г, 362с.
4. Н.Н.Круглицкий, С.И. Мильковицкий, В.Ф. Скворцов, В.М. Шейнблум «Траншейные стенки в грунтах», К.»Наукова думка» -1973, 301с
5. Шерстнев Н.М. Предупреждение и ликвидация осложнений в бурении, 1979, 304с.
6. Ахмадеев Р.Г., Куваев И.В., Описание изобретения к авторскому свидетельству SU №1399321 A1, 1988