

В качестве вступления.

Мифы всегда окружали человека. Притом в современном мире, самые живучие мифы, как оказалось, связаны именно с профессиональной деятельностью человека. Например, в строительстве есть специалисты, которые до сих пор уверены, что сборные «щитовые» дома из «канадской фанеры» не подходят по климатическим условиям для РФ, так как «Онтарио находится на одной широте с Сочи». Притом, сами специалисты как то подзабыли, что линию по производству железобетонных панелей генсек Хрущев привез из совсем несеверной Франции, а любимый строителями керамический кирпич в свое время появился аж в Древнем Вавилоне (это там, где растут финиковые пальмы). И даже в такой сфере деятельности как медицина, где уважается точность и объективность, есть свои заблуждения. Например, некоторые заслуженные врачи до сих пор убеждены, что именно неправильное питание приводит к возникновению гастрита и язвы (несмотря на исследования, доказывающее, что причина этих болезней кроется в недавно обнаруженных микроорганизмах), или что увлечение сладким обязательно приведет к сахарному диабету. Что так же не является истиной.

Не обошло мифотворчество и отрасль ГНБ, где, как и в любой новой отрасли, со временем выработался целый букет профессиональных предрассудков и предубеждений. И так исторически сложилось, что немалая доля всех этих предрассудков приходится на самую таинственную, с точки зрения обывателя, и полной загадок сферу ГНБ – буровые растворы.

И в данной статье мы попытаемся разобрать самый широко распространённый и практически бессмертный миф в ГНБ – миф о вязкости бурового раствора.

Ведь какой бы ни был стаж работы в ГНБ у оператора бурового комплекса, сколько бы проектов не построил начальник участка, сколько бы мешков бентонита не прошло через сильные руки оператора НСУ – все они единодушно уверены в одном: чем гуще буровой раствор, тем лучше. Притом, одни утверждают, что густой раствор «облегчает» процесс бурения,

не конкретизируя как именно. Более подкованные любители густых растворов интуитивно конкретизируют, что вязкий раствор обеспечивает вынос выбуренной породы и удерживает стенки скважины в стабильном состоянии. Третьи подозревают, что более густой раствор снижает нагрузки на вращение буровой плети и облегчает процесс затяжки трубопровода.

Но так ли это? Связан ли успех/неудача проекта с вязкостью раствора? Нужно ли тратить дорогие компоненты для того чтобы сделать раствор очень густым? Нужен ли вообще густой раствор? Или это имеет больше психологический эффект, просто повышающий мораль бригады (почему то на душе специалиста ГНБ гораздо спокойнее, когда со шпинделя, при замене штанг, раствор не просто «капает», а «вываливается кусками»)? И если большинство практиков ГНБ уверены в полезности густого раствора, может быть, вопрос можно закрыть?

В этой статье мы попробуем разобраться в этом вопросе и уже точно определиться, кто прав, а кто заблуждается.

Практическая часть.

Идея проста: делаем два раствора с существенной разницей в вязкости. Принимаем гипотезу, что вязкий раствор имеет преимущество перед жидким раствором, а именно, лучше удерживает грунт во взвешенном состоянии (одна из важнейших функций раствора). В каждый из образцов раствора насыпаем песок (1 – 2 мм) и наблюдаем, осядет ли грунт на дно стакана или нет. Если следовать вышенаписанной гипотезе, то густой раствор сможет удержать песок во взвешенном состоянии, а в жидком растворе частицы песка непременно осядут на дно стакана.

Для тех же, кто верит не глазам, а цифрам, у испытуемых растворов измерим показатели прочности геля (СНС) и несущей способности (ДНС), отвечающие, как раз, за удержание выбуренных частиц во взвешенном состоянии и очистку скважины, соответственно. По логике, у более густого раствора эти показатели будут выше чем, у раствора менее густого.

Опыт начался. Замешаем и проанализируем два раствора.

Таблица 1. Испытуемые буровые растворы.

Раствор № 1	навеска		Раствор № 2	навеска	
Кальц. бентонит (ПБМА)	25	кг/м ³	Вайомингский натриевый бентонит	25	кг/м ³
РНРА HV	3	кг/м ³	-	-	-

Раствор 1 - буровой раствора на основе природного кальциевого бентонита (например, марки ПБМА), который не используется в ГНБ в связи с очень низкими характеристиками.

Справка:

Бентониты разделяются по составу катионно-обменного буфера на две большие группы – кальциевый бентонит (в составе буфера ионы кальция) и натриевый (в составе буфера ионы натрия). Кальциевый бентонит - самый распространенный и активно используется в вертикальном бурении (нефть, газ) в качестве основы бурового раствора. Кальциевый бентонит характерен низким выходом (средняя концентрация 45 – 90 кг/м³) и длительным временем «распускания» (от 1 ч до 24 часов). В отличии от него, натриевый бентонит активно используются в ГНБ и при строительстве сложных наклонно-направленных скважин. Характерен высоким выходом (средняя концентрация 12 – 35 кг/м³) и быстрым «распусканием» (5 – 10 минут).

Для примера, концентрация природного кальциевого бентонита 25 кг/м³ (стандартная концентрация для ГНБ) дает вязкость 28 – 30 секунд. Вязкость воды – 26 секунд. То есть, по сути, полученная смесь - просто грязная вода, которая не может исполнять функции бурового раствора.

Но чтобы раствор на кальциевом бентоните был более похож на серьезную промывочную жидкость, добавим в него 3 кг/м³ полимера РНРА (используется для борьбы с активной глиной), что сделает раствор очень густым. Этот полимер характерен тем, что очень сильно повышает вязкость, но при этом совсем никак не влияет на прочность геля (СНС) и несущую способность (ДНС). То есть для бурения в песке/гравии использовать этот

полимер нецелесообразно (зато полимер незаменим при бурении в глине и суглинках).

Раствор 2 – буровой раствор на основе природного натриевого вайомингского бентонита (25 кг/м³). Этот вид бентонита широко используется в ГНБ благодаря высоким показателям даже без использования полимерных добавок. Для чистоты эксперимента, в раствор 2 добавлять полимеры мы не будем.

Измерим условную вязкость каждого из растворов.

Справка:

Под словом «вязкость» в бурении (как в ГНБ, так и в отраслях нефтяной и газовой промышленности) подразумевается так называемая «условная вязкость», определяемая, если по стандартам Американского Нефтяного Института (АНИ), вискозиметром Марша.

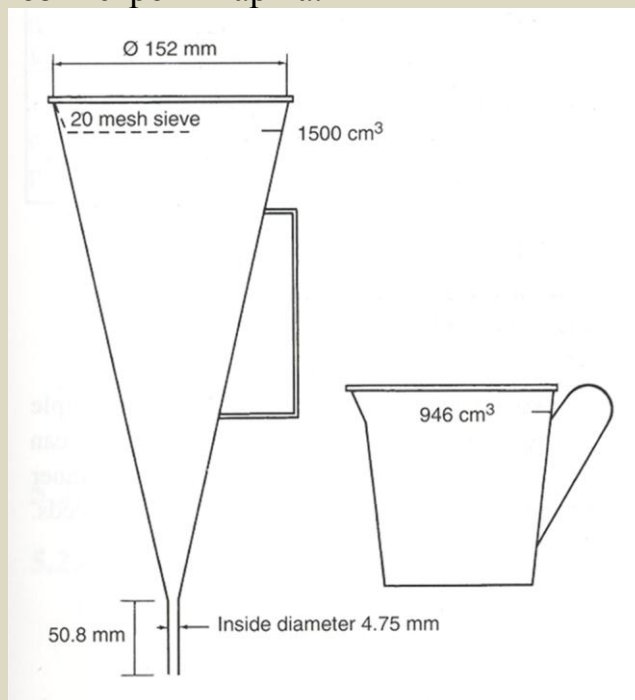


Рисунок 1. Вискозиметр Марша.

По смыслу, условная вязкость – это время истечения определенного объема жидкости из воронки с определенными параметрами (см. рисунок 1). Все компоненты бурового раствора, в той или иной степени, при добавлении, увеличивают условную вязкость жидкости. Есть так же компоненты, которые могут снизить вязкость, но только путем разрушения повышающих вязкость компонентов, уже находящихся в растворе. То есть, сделать вязкость чистой воды меньше 26 секунд - невозможно (если все-таки это кому удалось, советую проверить состояние воронки).

Таблица 2. Условная вязкость образцов.

Параметры	Раствор № 1	Раствор № 2
Условная вязкость (сек.)	96	42

Из таблицы 2 видим, что раствор на основе дешевого природного кальциевого бентонита, смешанного с высоковязким полимером РНРА (раствор № 1), имеет вязкость **96 секунд**, что более чем в 2 раза выше вязкости раствора на основе природного натриевого вайомингского бентонита (раствор № 2) – **42 секунды**. Следуя первоначальным планам, добавляем в образцы песок (1 - 2 мм) и наблюдаем.



Рисунок 2. Раствор № 1 на основе кальциевого бентонита, смешанного с полимером РНРА.



Рисунок 3. Раствор № 2 на основе натриевого бентонита.

Как мы видим из рисунка 2 и рисунка 3, гипотеза «густой раствор лучше удерживает грунт, чем жидкий раствор» дала серьезную трещину. Так как раствор № 2 (рисунок 3), с гораздо меньшей вязкостью в 42 секунды, вопреки ожиданиям, стабильно удерживает песок, в то время как густой раствор № 1 (рисунок 2), с вязкостью 96 секунд, абсолютно не способен удержать частицы во взвешенном состоянии.

Объяснение. Для того, чтобы разобраться в причинах этого явления, определим основные реологические параметры растворов на ротационном вискозиметре Fann 35 SA.

Справка.

Основные реологические показатели бурового раствора - прочность геля (СНС), несущая способность (ДНС) и пластическая вязкость (РV). Чем выше прочность геля (СНС) и несущая способность (ДНС) раствора, тем крупнее выбуренную фракцию сможет удерживать раствор во взвешенном состоянии во время покоя (снижая при этом нагрузки на вращении буровой плети во время остановки подачи раствора) и тем лучше раствор будет очищать скважину. Чем выше пластическая вязкость (относительно ДНС), тем хуже раствор, так как его густота необоснованно высокая и не обусловлена качественными показателями. Для качественной очистки горизонтальной скважины, необходимо, чтобы ДНС был выше чем РV и стремился к соотношению 2:1 и более.

Принцип действия этого прибора Fann 35 SA основан на регистрации момента сопротивления жидкости, создаваемого при вращении в ней с различной скоростью цилиндрического тела.

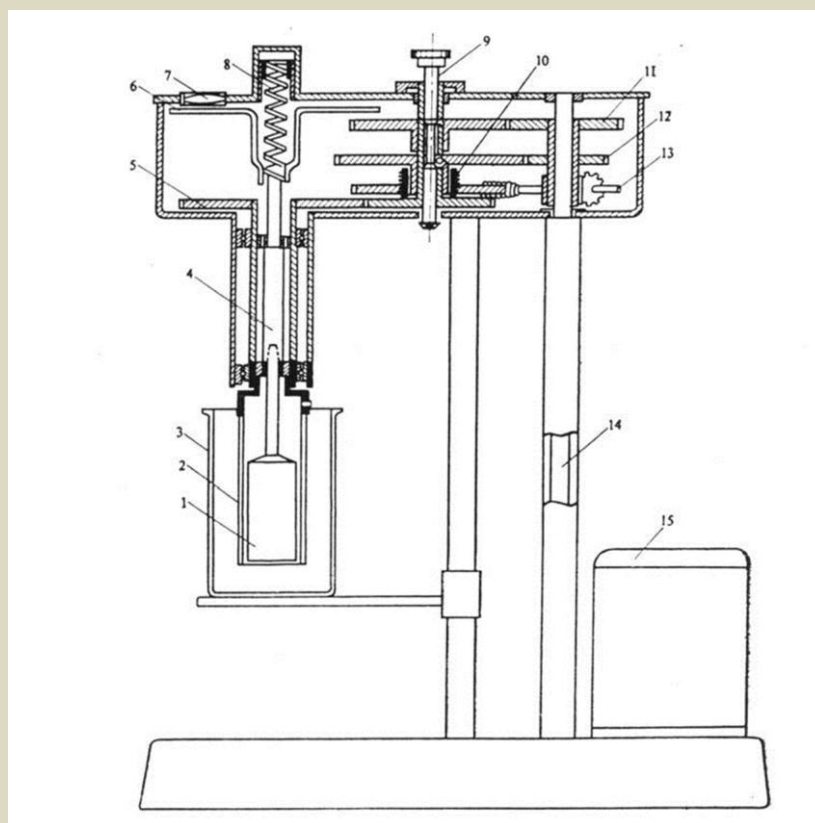


Рисунок 4. Ротационный вискозиметр FANN 35 SA

Таблица 3. Реологические характеристики опытных образцов.

Параметры	Раствор № 1	Раствор № 2
Условная вязкость (сек.)	96	42
600	36	26
300	22	19
PV	14	7
ДНС	8	12
ДНС / PV	0,6	1,7
СНС 10'	3	8
СНС 10"	6	15

Как мы видим, из таблицы 3, несмотря на то, что у **раствора № 1** условная вязкость на много выше вязкости **раствора № 2** (96 секунд против 42 секунд), прочность геля (СНС) и несущая способность (ДНС) у **раствора № 1** незначительны. А ведь именно СНС раствора отвечает за удержание частиц выбуренной породы во взвешенном состоянии. И этот параметр у

низковязкого **раствора № 2** в 2 – 3 раза выше, чем у высоковязкого **раствора № 1**.

То есть, **раствор № 1** получился очень густым (96 секунд), но при бурении в песке абсолютно бесполезным, так как не справляется со своими важнейшими функциями удержания выбуренной породы во взвешенном состоянии (особенно важно при остановке процесса бурения) и её транспорта к точке выхода. В связи с этим, вероятность аварии на стадии бурения или во время протягивания прокладываемой коммуникации (трубопровод, кабель и т.д.) становится неприемлемо высокой. А с увеличением диаметра и длины прокладываемой коммуникации, вероятность аварии пугающе растет в геометрической прогрессии.

Заключение.

Само название «условная вязкость» уже говорит о том, что понятие это вполне условное и субъективное. Этот показатель не сможет ответить на вопрос качественный ли используемый буровой раствор (и компоненты, входящие в него) или нет.

Но почему же большинство практиков уверены в полезности «высокой вязкости»?

Ответ на этот вопрос кроется в зависимости реологических параметров от вязкости. Ведь чем выше прочность геля (СНС) и несущая способность (ДНС), тем выше условная вязкость, которая, в данном случае, является побочным продуктом повышения реологии. Но это правило не работает в обратную сторону, и высокая вязкость раствора далеко не означает, что раствор имеет высокие реологические показатели. Что мы как раз и увидели в результатах практической части (таблицы 2 и 3).

Этой нестыковкой активно пользуются недобросовестные производители бентонитовых смесей, подмешивая к дешевому неактивированному и неподготовленному для использования в ГНБ бентониту (природный кальциевый бентонит) высоковязкие полимеры,

обманывая потребителей, уверенных, что высокая вязкость раствора – показатель качества.

Кроме того, высокая вязкость, в ряде случаев, является больше негативным фактором, так как увеличивается нагрузка на насос высокого давления и его производительность значительно падает (в паспорте НВД производительность определяется по воде, то есть средой с вязкостью 26 секунд).

Получается, что высокая вязкость раствора – это абсолютно бесполезный, а иногда, и негативный фактор?

Конечно, нет. Правда, как всегда и бывает, где-то посередине.

Нужно понимать, что в первую очередь, важными показателями бурового раствора являются именно реологические характеристики (СНС и ДНС), и для этого полимерные добавки для успешной реализации ГНБ-проектов просто незаменимы. А уже при повышении СНС и ДНС непременно будет повышаться и условная вязкость. Вот в этом случае высокая вязкость раствора, безусловно, положительный фактор. И опасность заключается лишь тогда, когда, при использовании малоизвестных компонентов бурового раствора (99 % случаев нет возможности измерить СНС и ДНС непосредственно на строительной площадке) от непроверенных поставщиков, можно получить очень вязкий раствор, но абсолютно бесполезный.

Поэтому, рекомендуется всегда использовать только качественные компоненты и только известных в сфере ГНБ производителей. И уже тогда можно быть абсолютно уверенным, что высокая условная вязкость полученного в ходе приготовления бурового раствора обусловлена использованием **правильных** компонентов, повышающие реологические характеристики, а не бесполезными, но высоковязкими добавками.