

**СЕКЦИЯ 17. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ
И ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И ГАЗА. ПОДСЕКЦИЯ 1. МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТРАНСПОРТА И ХРАНЕНИЯ
УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ**

меньше определенного размера должны оставаться в системе. На практике, разумеется, это реализовать невозможно. Поэтому при сравнении технических параметров центрифуг необходимо учитывать фактический фракционный состав удаляемых частиц. В случае применения утяжеленного бурового раствора, содержащего твердые частицы смешанной плотности, фракционный состав удаляемых частиц может относиться только к более тяжелым частицам (например, бариту). Поэтому фракционный состав для легких частиц должен быть в 1,5 раза выше номинальной величины [2].

Третьей ступенью очистки являются гидроциклоны. Они представляют из себя последовательную систему песко- и илоотделителей. Пескоотделители служат для очистки раствора перед его поступлением на илоотделители. Обычно в качестве пескоотделителей используются гидроциклоны диаметром > 15, см. Часто в качестве пескоотделителей применяют два 26-сантиметровых гидроциклона. Пескоотделители большого диаметра имеют преимущество – высокую пропускную способность (производительность) и недостаток – широкий диапазон удаляемых частиц, от 45 до 74 микрон. Чтобы добиться оптимальных результатов, необходимо подавать буровой раствор в гидроциклон под достаточным давлением.

Гидроциклоны хорошо зарекомендовали себя в различных отраслях промышленности и отлично выполняют свои задачи. К преимуществам данного оборудования можно отнести небольшой размер, высокая эффективность работы, простая конструкция и возможность объединения нескольких аппаратов в одну большую установку (мультигидроциклон). Но, несмотря на всю простоту конструкции, в гидроциклонах происходит сложный гидродинамический процесс. Режим течения в аппарате является турбулентным, соответственно возникают нетривиальные процессы переноса импульса из-за турбулентной диффузии, которая сильно влияет на разделяющую способность гидроциклона.

Производительность [3] выбранного гидроциклона находится в виде (1):

$$Q = 15,5k_D k_a d_{num} d_{сл} \sqrt{P_{вх}} \quad (1)$$

$$k_D = 0,8 + \frac{1,2}{1+0,1D};$$

$$k_a = 0,79 + \frac{0,044}{0,0379 + \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$$

где k_D – поправочный коэффициент на диаметр гидроциклона, k_a – поправочный коэффициент на угол конуса гидроциклона, D ; $d_{сл}$, d_{num} , D – диаметр сливного патрубка, питания и соответственно гидроциклона, см; $P_{вх}$ – давление на входе, кгс/см²; α – содержание твердого в питании, %. По данной формуле Q получается в л/мин. По произведённым расчётам производительность гидроциклона составила 59,88 л/мин.

Так же произведены расчеты эффективности очистки бурового раствора в зависимости от производительности и гидравлического сопротивления гидроциклона. Полученные результаты говорят о том, что при увеличении эффективности очистки раствора на 40%, гидравлическое сопротивление увеличивается в 5.5 раз. Данные вычисления показывают, что увеличение эффективности очистки сопровождаются сильным ростом энергетических затрат на проталкивание массы через гидроциклон. Производительность гидроциклона при этом существенно возрастает.

Литература

1. Ананьев А.Н. Учебное пособие для инженеров по буровым растворам /А.Н. Ананьев. – Волгоград: Интернешнл Касп Флюидз. – 2000. – 142.
2. Грей Дж. Р. Состав и свойства буровых агентов (промысловых жидкостей) [Текст]: пер. с англ./ Дж.Р. Грей, Г.С.Г Дарли. – М: Недра. – 1985. –509 с
3. Устройство и расчет гидроциклонов: учебное пособие. Под ред. А.Г. Лаптева. – Казань: Вестфалика, 2012 – 92 с.

ОСОБЕННОСТИ НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ И ВЫНОС ШЛАМА В ЕГО ПРОЦЕССЕ.

В.С.Горбачев, А.Л. Хохлов

Научный руководитель – профессор Харламов С.Н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия.

Цель работы: исследование процесса очистки забоя наклонно-направленных и горизонтальных скважин от выбуренной породы в процессе бурения.

Актуальность. Наклонно-направленное бурение наиболее распространено в настоящее время, в связи с их преимуществами, такими как увеличение дебита скважин и включение в разработку удаленных месторождений, бурением с одной буровой площадки нескольких скважин. Одной из главных проблем строительства таких скважин является вынос шлама с забоя. Для успешного решения данной проблемы необходимо правильно выбирать гидравлическую промывку и дополнительные технологические средства [1].

Накопление шлама в стволе скважины происходит из-за неэффективной очистки скважины, что может привести к наличию серьезных осложнений, на ликвидацию которых может потребоваться большое количество финансовых и временных ресурсов [2,3].

Рассмотрим на рисунке №1 поведение шлама в скважине в интервалах с разными зенитными углами. При малых зенитных углах ствола скважины (0-10°) частицы выбуренного шлама оседают в направлении забоя за счет силы тяжести (рис. 1,а). С ростом зенитного угла (10-30°) плотность частиц шлама увеличивается, возможно накопление осадка на стенке скважины. Вместе с тем, тенденция к скольжению частиц к забою сохраняется (рис. 1, б). Повышение зенитного угла до 45-60° способствует возрастанию сил трения и замедлению скорости скольжения частиц шлама вплоть до полной остановки, в результате некоторая часть твердой фазы на стенке ствола наклонно-направленной скважины образует осадок. Наибольшие трудности с очисткой возникают в интервале 60-90°, в котором шлам выпадает на нижнюю стенку скважины и образует длинную, протяженную и устойчивую «шламовую подушку (рисунок 2)». Очистка ствола в данном интервале представляется достаточно сложной задачей и зачастую требует большого количества времени [5].

«Шламовые подушки» осложняют процесс спуска бурильной колонны в виде посадок. Шлам, скопившийся в скважине, препятствует проходимости каротажных приборов, а также вызывает проблемы при спуске обсадных колонн.[4]

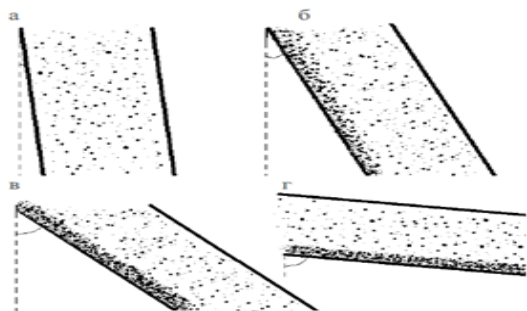


Рис.1 - Поведение шлама в скважине в интервалах с разными зенитными углами: а)- 0-10°; б)- 10-30°; в)- 30-60°; г)- 60-90°

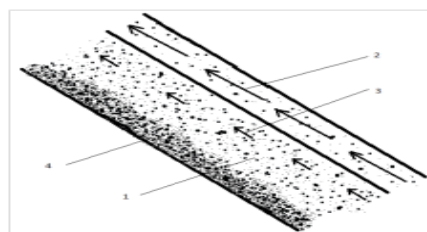


Рис.2 - Скопление шлама на нижней стенке скважины: 1 – колонна бурильных труб; 2 – скорость потока над колонной; 3 – скорость потока возле колонны; 4 – шламовая подушка

Колонна, лежащая на стенке скважины, образует эксцентричный канал. Особенностью течения в эксцентричном канале является то, что в кольцевом пространстве могут одновременно существовать различные режимы течения (ламинарное и турбулентное). Данный факт означает, что шлам может быть очищен эффективно в широкой части канала, в то время как в его узкой части удаление шлама может быть некачественным [8].

Смоделируем ситуацию, когда бурильная колонна лежит на стенке скважины (рисунок 4). Эксцентричный канал окружности O разбит на 4 сектора. Предполагаем, что течение в эксцентричном кольцевом канале можно заменить течениями в конечном числе секторов концентрических кольцевых каналов и труб, движение в которых происходит независимо под действием общего перепада давления Δp , и расчет для каждого сектора расхода Q_i можно вести отдельно. В качестве исходных данных для расчета были взяты следующие значения: $Q=0,05 \text{ м}^3/\text{с}$; $d_c=0,31\text{м}$; $d_n=0,168\text{м}$; $\tau_0=5\text{Па}$; $\eta=0,02 \text{ Па}\cdot\text{с}$; $\rho=1600\text{кг}/\text{м}^3$. В результате расчета был определен общий перепад давлений $\Delta p=0,246 \cdot 10^3 \text{ Па}$, расход в первом секторе $Q_1=0 \text{ м}^3/\text{с}$; во втором, четвертом $Q_2= Q_4=0,048 \text{ м}^3/\text{с}$; в третьем $Q_3=0,098 \text{ м}^3/\text{с}$. Погрешность расчета составила 3%, во втором и четвертом секторах наблюдается ламинарный режим течения, в третьем турбулентный [9].

Расчет подтверждает сложность процессов, происходящих при очистке наклонно-направленных скважин в противовес очистке вертикальных участков. Исследование показывает, что сложно подобрать параметры, при которых турбулентность может быть достигнута и поддержана. При турбулентном режиме наблюдается более эффективная очистка заколонного пространства вне зависимости от эксцентричности буровой трубы, так как при очень высокой скорости большинство частиц выбуренной породы выносятся потоком БР.

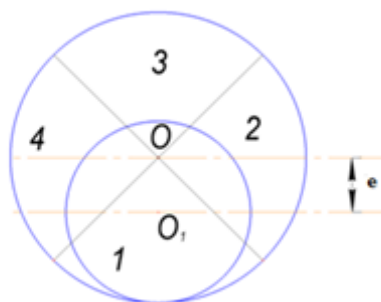


Рис. 4 - Схема расположения бурильной колонны

Решением в сфере улучшения очистки заколонного пространства от шлама, в случае отсутствия возможности подбора оптимальных параметров для гидравлической промывки скважин, являются следующие технологические подходы:

1. Использование специальных жидкостей, создающих при вращении вокруг бурильной колонны «вязкостное сцепление». Данная пленка поднимает частицы выбуренной породы со дна и подбрасывает его в зону высокоскоростного потока. Также возможно использование волокон (например, Микрофибра, FORTA Super-Sweep, FORTA Dragnet), повышающих ее транспортирующую способность [1].

2. Использование циркуляционных переводников, для создания в затрубном пространстве локальной зоны циркуляции для замедления оседания шлама путем отвода, проходящего

**СЕКЦИЯ 17. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ
И ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И ГАЗА. ПОДСЕКЦИЯ 1. МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТРАНСПОРТА И ХРАНЕНИЯ
УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ**

сквозь них потока промывочной жидкости в затрубное пространство [4,6].

3. Использование специальных бурильных труб, имеющих в своем составе винтообразные канавки, отрицательный угол наклона которых при вращении бурильной колонны обеспечивает поднятие частиц шлама со стенки скважины, а изменяющийся угол наклона спиральных плоскостей ускоряет их движение и выносит в проходную зону поперечного сечения ствола скважины с максимальной скоростью потока (трубы серии «Гидроклин») [6].

4. Использование осциллятора-турбулизатора. За счет включения в компоновку осциллятора-турбулизатора, создаются низкочастотные колебания, что в сочетании с винтообразными канавками на его корпусе при вращении бурильной колонны турбулизует восходящий поток промывочной жидкости и способствует повышению степени выноса шлама буровым раствором в затрубном пространстве скважины.[7]

5. Использование обратной промывки скважины, путем закачки бурового раствора по затрубному пространству. Шламодна разрушается механически – долотом и гидравлически – обратным потоком промывочной жидкости. При обратной промывке расход БР равен расходу при прямой промывке. Кратное же увеличение скорости восходящего потока промывочной жидкости при постоянном расходе достигается за счет существенного снижения его площади поперечного сечения. Применение обратной промывки позволяет обеспечить качественную очистку ствола скважины и повысить эффективность бурения [6].

Заключение. Исследование показывает, что наклонно-направленное бурение эффективно при сложном рельефе местности; при ограничениях размещения буровой; при сложных геологических условиях залегания полезных ископаемых, не позволяющих вскрыть их вертикальными скважинами. ННБ имеет ряд преимуществ, однако возникают различные трудности, одной из которых является вынос шлама при больших зенитных углах.

Таким образом, в работе были представлены результаты расчета, которые показали наличие разных режимов течения жидкости в кольцевом пространстве. Увеличение расхода промывочной жидкости для создания турбулентного режима имеет ряд ограничений в связи с возможностью гидроразрыва пласта, размыва стенок скважин, также сильное увеличение расхода уменьшает скорость бурения и влияет на эффективную работу ВЗД. Однако, можно добиться наиболее эффективной очистки забоя за счет подбора реологических параметров бурового раствора. Установлено, что для качественной очистки скважин, возможно применение различных технологических способов улучшения выноса шлама с забоя, позволяющих турбулизировать поток бурового раствора и эффективнее очищать скважины от разрушенной породы.

Литература

1. Савоськин С.В., Шведова И.Н. Наклонно-направленное разведочное бурение: преимущества, проблемы и способы решения// Геология, география и глобальная энергия. -2014 .-№4
2. Матыцын В.И., Рябченко В.И., Шмарин И.С. Особенности процесса выноса шлама из горизонтальных и наклонных участков стволов скважин // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2002. – № 3. – 10-12 с
3. Горпинченко В.А., Дильмиев М.Р. Применение синтетического полимерного волокна для увеличения эффективности выноса шлама при бурении долотами PDC // Бурение & Нефть. – 2010. – № 6
4. Райхерт Р.С., Цукренко М.С., Оганов А.С., Техничко-технологические решения по очистке наклонно-направленных и горизонтальных стволов скважин от шлама// Нефть. Газ. Новации. -2016 .-№3
5. Пушмин П.С., Романов Г.Р. Проблемы промывки наклонно-направленных скважин// Известия Сибирского отделения секций наук о Земле РАН. -2014. -№3
6. Балаба В.И., Зинченко О.Д. Технические средства для повышения эффективности гидротранспорта шлама при бурении наклонных и горизонтальных участков ствола скважины// Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. -2015.-№3
7. Еромасов А.В., Рахматуллин Р.Р. Осциллятор-турбулизатор для бурения нефтяных скважин// Бурение и нефть. -2015
8. Ламбин А.И. К вопросу регулирования режима очистки скважины // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле Российской академии естественных наук. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. 2016. № 4 (57). С. 119–124. DOI 10.21285/0130-108X-2016-57-4-119-124.
9. Леонов Е. Г., Исаев В. И. Гидроаэромеханика в бурении: Учебник для вузов.– М.: Недра, 1987.– 304 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА СКВАЖИНЫ ПРИ БУРЕНИИ В МЕРЗЛЫХ ПОРОДАХ

М.И. Губарев

Научный руководитель – профессор С.Н. Харламов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Цели выполнения данной работы:

- исследовать распределения температуры в крепи скважины для получения возможности определения влияния одиночной скважины на массив ММП, а также осуществить анализ устойчивости устьев скважин в составе куста при их тепловом взаимодействии;

- оценить эффективные технологии, предназначенные для устранения имеющихся проблем, выдать рекомендации по устранению этих проблем с применением рассмотренных технологий.