



Рис. 1 – Значения напора и установившегося в системе расхода сопоставления с теоретическими данными

*Q1* – расход перекачки при моделировании, м³/ч; *Q2* – экспериментальный расход перекачки, м³/ч; *H1* – напор при моделировании, м; *H2* – напор при эксперименте, м

*Заключение.* В ходе работы была исследована система «трубопровод – насосная станция», проанализированы изменения расхода в трубопроводе от начальной температуры подогрева нефти. Определено, что оптимальная начальная температура подогрева представляет величину порядка 300 при расходе до 0,6 м³/с. Установлено, что погрешности прогноза процессов в системе относительно изменений напора и расхода составляют величину порядка 2,19% и 1,81% соответственно.

#### Литература

1. Консультант Плюс [Электронный источник]: Распоряжение Правительства РФ от 13.11.2009 № 1715-р «Об Энергетической стратегии России на период до 2030 года». URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_94054/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_94054/) (дата обращения: 10.11.2017).
2. Новоселов, В.Ф. Технологический расчёт нефтепроводов: Учебное пособие / В.Ф. Новоселов, Е.М. Муфтахов. - Уфа: УГНТУ, 1996. - 43 с.
3. Черников, В.И. Перекачка вязких и застывающих нефтей / В.И. Черников. – М.: Гостоптехиздат, 1958. -163 с

## ЦИРКУЛЯЦИОННАЯ СИСТЕМА БУРОВОГО РАСТВОРА. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОЦИКЛОНОВ И ЦЕНТРИФУГИ ДЛЯ ОЧИСТКИ РАСТВОРА

**Е.С. Голов, Ф.А. Ожеред**

Научный руководитель – профессор С.Н. Харламов

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

Очистка бурового раствора-сложный технологический процесс, который очень важен при строительстве скважины. Для очистки промывочной жидкости используются машины, действие которых основывается на воздействии силы тяжести на химически инертную часть бурового раствора (выбуренный шлам). К такому виду оборудованию относятся отстойники, вибросита, центрифуги и др.

Система очистки буровых растворов, как правило, состоит из 3-х технологических ступеней. Каждая ступень очистки предназначена для удаления твердых частиц одного фракционного состава.

Первой ступенью очистки является вибросито, которые является вибрирующим сеточным сепаратором. Будучи первыми устройствами очистки, на которые поступает раствор, вибросита служат в качестве «передовой» защиты от против загрязнения раствора шламом. Отличие вибросит от прочих систем очистки состоит в том, что они обеспечивают почти 100% удаление частиц, размер которых равен диаметру ячеек сита. Избежать возможных осложнений можно при помощи наблюдения за работой вибросит и их точной настройкой на максимальную эффективность при заданной пропускной способности. Наиболее эффективный метод контроля содержания твердой фазы – применение сеток вибросит с минимальным размером ячеек, что позволяет удалить максимальное количество твердых частиц в течение первого цикла циркуляции раствора [1].

Второй ступенью очистки промывочной жидкости являются центрифуги. Как и в гидроциклонах, в высокоскоростных центрифугах декантирующего типа сепарация осуществляется за счет центробежных сил, воздействующих на твердые частицы бурового раствора. Центрифуги имеют четко выраженный фракционный состав удаляемых частиц. Все частицы больше определенного размера должны сепарироваться, а все частицы

**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/см<sup>2</sup>;  $\alpha$  – содержание твердого в питании, %. По данной формуле  $Q$  получается в л/мин. По произведенным 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 сопровождается 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].