

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ СТРУКТУРЫ
ГЕТЕРОГЕННЫХ СРЕД ПРИ БУРЕНИИ И ОЧИСТКИ СКВАЖИН**

М. Джанхорбани

Научный руководитель - профессор, доктор физ. –мат. наук С.Н. Харламов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Введение. Использование экспериментальных стендов промышленного значения (типа Flow Loops) для измерения транспортировки шлама с 1990-х годов считается эффективным способом получения детального представления о поведении шлама при различных условиях его течения. Хотя стенд имеет ряд важных недостатков и привлекаются программные комплексы для симуляции гидродинамики условий транспорта шлама, все еще требуются знания о деталях процесса деформаций и структуры течения шлама. Эти данные весьма важны для проникновения в суть явлений переноса сложного процесса.

Цель – дать краткое описание составляющих стенда, уровня их возможностей и сложности исследования, а также их недостатков и перспектив экспериментального анализа рассматриваемых задач.

Актуальность. Эффективность транспортировки шлама является одной из самых больших проблем, стоящих сегодня перед буровой промышленностью, поскольку бурильщики все больше и больше фокусируются на бурении длинных горизонтальных скважин с целью достижения тонких, трещиноватых слоев. В настоящее время существуют два основных метода для изучения этого явления, первый-это использование CFD, который является дешевым и дает качественные результаты, но может быть неточным из-за многих физических упрощений, используемых в математических моделях и компьютерных методах их решения. Второй метод заключается в использовании стендов, которые являются дорогостоящими и дают только качественные результаты. Однако, при правильном проектировании, могут близко соответствовать скважинным условиям.

Теория. Для того, чтобы проанализировать влияние различных параметров на очистку скважины и наблюдать механизм переноса шлама, в 1990-х годах TUDRP, Heriot-Watt University, BP, Southwest Research, M. I. Drilling Fluids, Institut Francais du Petrole, JNOC, BJ Services, METU и Китайский университет нефти начали использовать предлагаемые стенды [3].

Основным конструктивным элементом стенда является горизонтальная труба, представляющая скважину, с другой меньшей трубой внутри нее, представляющей бурильную колонну. В наиболее простой конфигурации буровой раствор вместе со шламом (который добавляется через загрузочную воронку) прокачивается через кольцевое пространство. На другом конце оставшийся шлам отделяется простым ситом и цикл продолжается. Зная массы добавляемых и отделяемых шламов, можно легко рассчитать массу шламов, остающихся внутри затрубного пространства. Схема такой системы приведена на рис.1 [2].

Конструкция стенда может быть значительно улучшена путем добавления нескольких элементов и особенностей, таких как изготовление наружной трубы из прозрачного материала, добавление регистратора видеонаблюдения, подключение внутренней трубы к двигателю для обеспечения вращения и размещение трубы на стойке, так что её угол относительно горизонтали может быть изменен. Эти усовершенствования теперь почти повсеместно используются в лабораториях по всему миру.

Примером технических условий для основного лабораторного стенда является концентрическая кольцевая испытательная секция акриловой трубы длиной 13 футов (3,96 м) с 2-дюймовым (50,8 мм) внутренним диаметром для внешней трубы и 0,79 дюйма (20 мм) внешнего диаметра для внутренней трубы с закрытыми обоими концами. Испытательная секция кольцевого типа предназначена для обеспечения возможности изменения ее углов. Жидкость циркулирует с помощью центробежного насоса с регулируемой скоростью 2 л. с., который был подключен к резервному резервуару емкостью 132,1 галлона (500 л). [2].

В дополнение к этим улучшениям, конструкция может быть дополнительно улучшена путем увеличения длины стенда для представления реальных размеров ствола скважины, добавления оборудования для создания трехфазных условий и улучшения фильтрационного оборудования. Однако, такие циклы потока чрезвычайно дороги и лишь очень немногие организации могут позволить себе поддерживать их. Одной из таких организаций является Университет Талсы, где был разработан первый образец стенда и включает в себя участок бурения длиной 75 футов, который может быть отрегулирован на наклоны от 0 до 90 градусов [4]. Последним усовершенствованием стенда стало добавление модуля высокого давления для получения пены, который был закончен в 2004 году и стоил почти 6 миллионов долларов [1].

Лабораторные установки, однако, широко используются с вышеупомянутыми модификациями. Однако, независимо от размера и сложности контура потока, все они страдают от нескольких важных недостатков. Такие стенды не могут отображать реальный транспорт шлама в скважинных условиях, принимая во внимание такие процессы, как приток пластового флюида, обрушение ствола скважины и изменение кольцевой температуры. Между тем, эти установки могут измерять только массу шлама или высоту слоя шлама или площадь и давление, и не могут регистрировать поле скорости и распределение концентрации частиц, что на самом деле моделируется математическими моделями. [4].

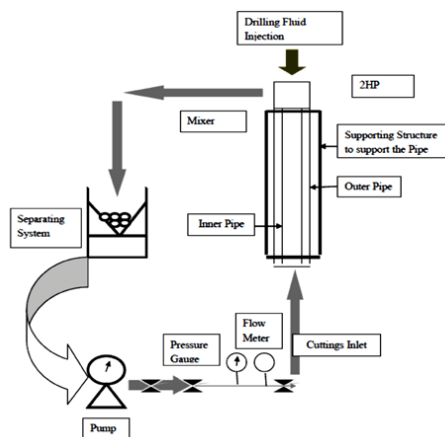


Рис.1. Принципиальная схема опытного стенда

Заключение. Основываясь на кратком обсуждении, можно сказать, что представленный стенд, оснащенный некоторыми незначительными модификациями, может быть неоценимым подспорьем в проверке результатов моделирования CFD. Однако, для того, чтобы точно аппроксимировать условия скважины, необходимо построить огромные стенды, требующие больших капитальных затрат, но даже они пока не могут точно моделировать ситуации в скважине или давать количественные значения, которые могут быть использованы для проверки результатов математических моделей. Тем не менее, они необходимы для качественной проверки предсказаний математических моделей.

Литература

1. <https://netl.doe.gov/node/3676>
2. Onouhah M., Ismail I., Piroozian A., Mamant N., Ismail A. Improving the Cuttings Transport Performance of Water-based Mud Through the Use of Polypropylene Beads // Sains Malaysiana/ -2015/ -№ 44(4). –P. 629–634.
3. Oseh J., Noorul Anam M. & Sidiqi A. Improving The Lifting Capacity of Drilled Cuttings Using Henna Leaf Extracts and Lignite in Bentonite Water-Based Drilling Mud// J. Eng. Technol. Sci. -2019. -Vol. 51. -No. 3 –P. 355-368.
4. Sun Xiaofeng, Wang Kelin, Yan Tie1, Zhang Yang, Shao Shuai and Luan Shizhu. Review of Hole Cleaning in Complex Structural Wells // The Open Petroleum Engineering Journal. -2013, -Vol.6. -P. 25-32.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ, ПРОБЛЕМЫ И УСПЕХЫ В ИССЛЕДОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, СОПРОВОЖДАЮЩИХ ОЧИСТКУ СКВАЖИН ОТ БУРОВЫХ ШЛАМОВ

М. Джанхорбани

Научный руководитель - профессор, доктор физ. –мат. наук С.Н. Харламов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Введение. Существующие методы очистки скважины являются весьма трудоемкими и продолжительными (от нескольких часов до дней). Получить сведения о чистоте скважины можно при помощи коротких спускоподъемных операций, что часто рискованно. Важны оригинальные подходы, сокращающие время очистки [1].

Цель - представить современный анализ проблем очистки скважин, оценить достоинства моделей, предсказывающих процесс забоя, дать заключения о путях очистки ствола скважины.

Актуальность. По мере истощения залежей нефти и газа технология добычи требует обращения к бурению более глубоких, длинных, горизонтальных или многосторонних скважин, с целью достичь залежей сырья на шельфе и в других отдаленных местах. Бурение скважин такого типа сопряжено со многими трудностями, например, с их очисткой.

Теоретический анализ проблем. Первые попытки по моделированию процесса очистки скважины были сделаны путем установления опытных стендов (типа flow loops), анализа влияния различных параметров на очистку скважин и наблюдения за механизмом транспортировки шлама. Это было сделано в лабораториях при Французском институте нефти (IFP), университетом научно-исследовательских проектов бурения Талса (UTDRP), университет Хериот-Ватт, БП, Юго-Западного исследовательского, М. И. Буровые растворы, японская национальная нефтяная компания (JNOC), Vj Services, Ближневосточный технический университет (METU), Petrobras и Китайский университет нефти. В этих центрах были качественно изучены эффекты: расхода текучей среды; реологии бурового раствора; наклона, вращения трубы; ROP, размера частиц; эксцентриситета трубы; плотности бурового раствора и т.д. Однако, рассматриваемые стенды, имеющие ряд важных недостатков, не могут описывать реальный транспорт шлама в скважинных условиях, учитывая, например, приток пластовой жидкости, обрушение ствола скважины и изменение кольцевой температуры. Кроме того, эти установки могут измерять только высоту или площадь слоя шлама и давление, а также не могут регистрировать поле скорости и распределение концентрации частиц. Таким