

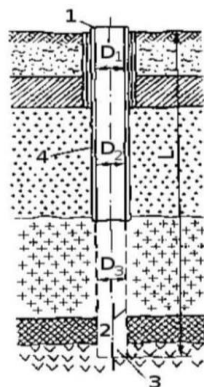
Процесс строительства скважины и побочные продукты процесса

Субботина Елена Викторовна к.г.-м.н., доцент кафедры Геоэкологии Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина

Разговор о побочных продуктах строительства скважины начнем с определения скважины.

Скважина — это горная выработка круглого сечения, пробуренная с поверхности земли под любым углом к горизонту, диаметр которой намного меньше её глубины.

Основные элементы скважины представлены на рис. 1:



- 1 – устье скважины;
- 2 – стенки скважины;
- 3 – забой;
- 4 – участки стенок, закрепленные обсадными трубами;
- D_1, D_2, D_3 – диаметры обсадных труб ствола скважины
- L – глубина скважины

Рис. 1 Основные элементы скважины

Простым языком, можно сказать, что:

- забой – дно скважины;
- устье – выход на поверхность скважины;
- ствол – боковая поверхность скважины.

Строительство скважин (проходка бурения) производится с помощью специальной техники (бурового оборудования) с удалением продуктов разрушения¹.

Основными составляющими процесса бурения скважин являются:

1. Разрушение горных пород в пространстве, ограниченном периметром сечения ствола скважины и поверхностью ее забоя. Разрушение происходит в результате воздействия на горную породу (чаще всего – механического) с интенсивностью, которая превышает ее предел прочности.
2. Очистка забоя скважины от частиц выбуренной горной породы (шлама), транспортировка их по стволу скважины до дневной поверхности потоком флюида (жидкости, газа, пены, газа) или механическим способом.

На рис. 2 представлен гидравлический способ удаления продуктов разрушения с забоя

Сочетание двух названных процессов обеспечивает углубление скважин, их проводку до проектной глубины.

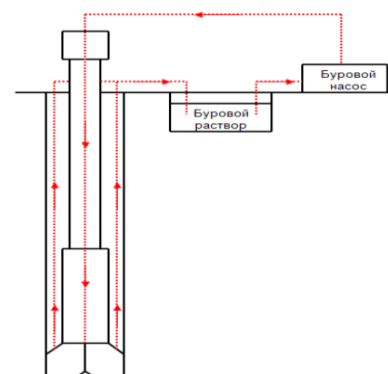


Рис. 2 Схема гидравлического способа удаления продуктов разрушения с забоя

¹ <https://neftegaz.ru/tech-library/burenie/147377-burenie-neftyanykh-skvazhin/>

3. Крепление скважины, состоящее в спуске в её ствол обсадной колонны и последующего заполнения затрубного пространства цементным раствором. Необходимость в креплении обусловлена недостаточной длительной прочностью горных пород в открытом стволе и необходимостью изоляции пластов и исключения межпластовых перетоков.

4. Смена породоразрушающего инструмента в связи с исчерпанием его ресурса/необходимости перехода на инструмент другого типоразмера. Смена породоразрушающего инструмента требует подъёма из скважины и спуска в нее всей бурильной колонны, на что может расходоваться больше четверти календарного времени сооружения скважины.

5. Профилактика аварий и осложнений. Причины возникновения осложнений в бурящейся скважине весьма разнообразны и многочисленны и требуют применения различных способов, методов и средств для их предупреждения и ликвидации.

В отдельных случаях аварии бывают настолько сложными, что их ликвидация становится невозможной либо нецелесообразной, тогда скважину ликвидируют.

Таким образом, при очистке скважины от частиц выбуренной горной породы образуются «побочные продукты» строительства скважины – буровые отходы.

«Буровые отходы» это собирательное понятие, включающее в себя:

- **буровой шлам** (измельченная породоразрушающим инструментом и вынесенная на поверхность буровым раствором порода, удаленная из системы циркуляции средствами очистки);
- **отработанный буровой раствор** (буровой раствор, исключаемый из технологического процесса как выполнивший свои первоначальные функции),
- **буровые сточные воды** (воды, образующиеся при обмыве и промывке технической водой оборудования буровой установки, а также талые и дождевые воды, скапливающиеся на территории под блоками технологического оборудования буровой установки).

Все эти три составляющие буровых отходов в различных пропорциях содержат²:

- частицы выбуренной породы,
- компоненты бурового раствора.
- воду,
- нефть (попадает в буровые отходы при прохождении нефтеносных пластов и при использовании её в буровом растворе).

Необходимо различать два понятия – «выбуренная порода» и «шлам буровой». В процессе углубления скважины, в забое образуется выбуренная порода. При гидротранспорте промывочной жидкостью с забоя скважины на поверхность порода под воздействием техногенных факторов выбуренная порода превращается в буровой шлам, который является отходом.

В зависимости от глубины и диаметра ствола скважины объем отходов бурения, образующихся в каждой скважине, различен. В среднем при строительстве скважины глубиной примерно 1 000 м образуется примерно 1 000 м³ буровых отходов³. Соотношение образования буровых отходов от этапности строительства скважины представлено на рис. 3.

² Поварова Лариса Валерьевна Определение оптимальных способов обезвреживания и утилизации буровых шламов // Булатовские чтения, 2020, стр.218.

³ РД 39-3-819-91, Методические указания по определению объемов отработанных бурильных растворов и шламов при строительстве скважин.

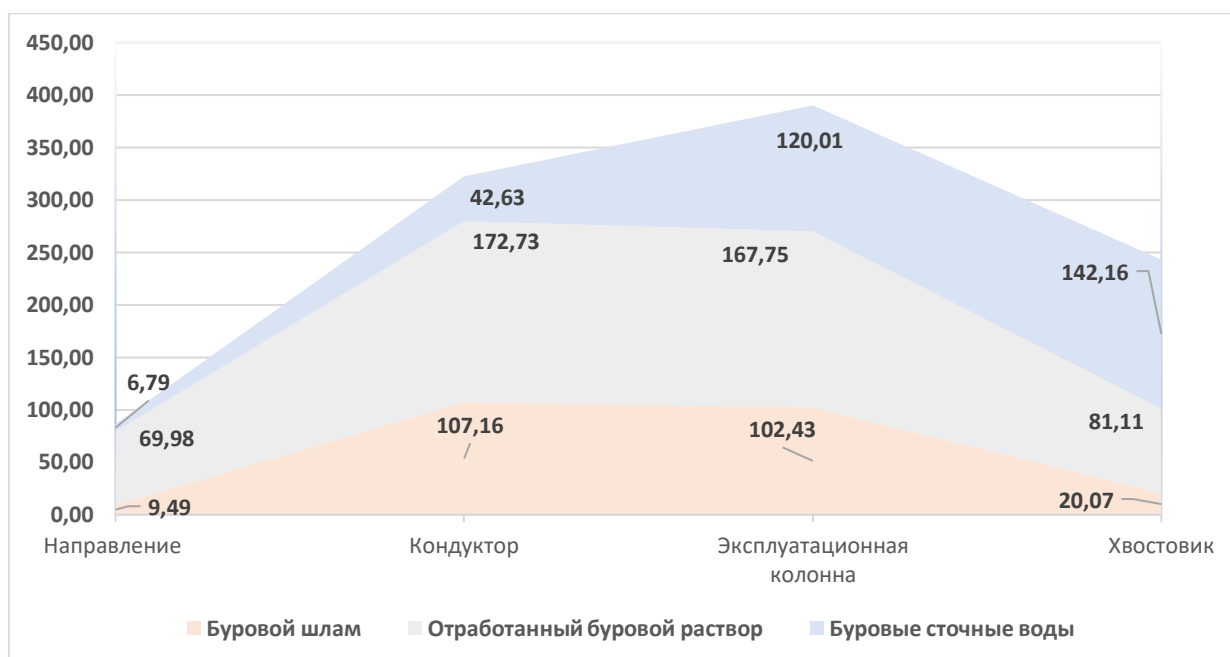


Рис. 3 Соотношение образования буровых отходов (м³) в зависимости от этапности строительства скважины (составила Е.В. Субботина по данным Л.В. Поваровой⁴)

В таблице 1 указана соотношение буровых отходов с их кодами в Федеральном классификационном каталоге отходов (далее ФККО) и классом отхода.

Таблица 1 Наименование отходов бурения согласно ФККО и их класс опасности

Отходы бурения	Наименование отхода согласно ФККО	Код отхода, согласно ФККО	Классы опасности отхода
Буровой шлам	Шламы буровые при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного (попутного) газа и газового конденсата	2 91 120 00 00 0	3/4/5
Отработанный буровой раствор	Растворы буровые при бурении нефтяных, газовых и газоконденсатных скважин отработанные	2 91 110 00 00 0	3/ 4
Буровые сточные воды	Воды сточные буровые при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата	2 91 120 00 00 0	4

Класс опасности, образующегося при строительстве скважины, бурового шлама зависит, преимущественно, от используемого бурового раствора. При этом используемые буровые растворы, для каждого интервала скважины, должны быть определены в Проекте на строительство скважины.

При применении в качестве бурового раствора:

- *естественной водной суспензии* – возможно образование отходов 5-го класса опасности (2 91 129 11 20 5, горная порода, извлеченная при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата, с применением естественной водной суспензии);
- *бурового раствора на углеводородной основе* – возможно образование умеренно опасных отходов (отходов 3-го класса опасности) – 2 91 121 11 39 3, шламы буровые при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата, с применением бурового раствора на углеводородной основе умеренно опасные;

⁴ В. А. Бабкина Электрохимический метод обработки бурового шлама исследование химического состава бурового шлама после обработки электрохимическим методом// Арктика: современные подходы к производственной и экологической безопасности в нефтегазовом секторе: материалы Международной научнопрактической конференции (29 ноября 2023 года) / отв. ред. Ю. В. Сивков. – Тюмень: ТИУ, 2024. – С. 235

- *в остальных случаях – образуются малоопасные отходы (4 класса опасности), в т.ч.:*
 - 2 91 120 81 39 4, шламы буровые при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата, с применением бурового раствора глинистого на водной основе малоопасные;
 - 2 91 124 11 39 4, шламы буровые при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата, с применением бурового раствора глинистого на водной основе с *добавлением биоразлагаемых полимеров*
 - 2 91 124 21 39 4 шламы буровые при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата, с применением бурового раствора солевого на водной основе с *добавлением биоразлагаемых полимеров*
 - *и др.*

При строительстве скважин с применением бурового раствора на углеводородной основе возможно образование как *умеренно опасных отходов*⁵ так и *отходов малоопасных*⁶, что обусловлено компонентами, используемыми для приготовления бурового раствора на углеводородной основе.

Учитывая, тот факт, что нефтегазовые компании (владельцы лицензий на право пользования недрами с целью разведки и добычи углеводородного сырья) самостоятельно, преимущественно, не осуществляют работы по строительству скважин, а привлекают для этого специализированные буровые компании, имеющие необходимое оборудование (буровые станки и прочее) необходимо разобраться с вопросом собственности на буровые отходы, что мы и сделаем в следующей статье.

⁵ 2 91 121 11 39 3, шламы буровые при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата, с применением бурового раствора на углеводородной основе умеренно опасные

⁶ 2 91 121 12 39 4, шламы буровые при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата с применением бурового раствора на углеводородной основе малоопасные