

НЕОБХОДИМОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ОЦЕНКЕ КОЛИЧЕСТВА ОБРАЗУЮЩИХСЯ ОТХОДОВ В БУРЕНИИ

Карсеко К.С.

*Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого,
г. Гомель, Беларусь, kirill.karseko@mail.ru*

Информационное обеспечение процесса бурения нефтяных и газовых скважин является наиболее важным звеном в процессе строительства скважин, особенно при введении в разработку и освоении новых нефтегазовых месторождений.

Требования к информационному обеспечению строительства нефтегазовых скважин в данной ситуации заключаются в переводе информационных технологий в разряд информационно-обеспечивающих и информационно-воздействующих, при которых информационное сопровождение наряду с получением необходимого объема информации давало бы дополнительный экономический, технологический, экологический или иной эффект [3].

Процесс бурения скважин сопровождается образованием производственных отходов, основной объем которых приходится на технологические отходы бурения и испытания скважины. К технологическим отходам бурения относятся буровой шлам, отработанные буровые технологические жидкости и буровые сточные воды. Они образуются, главным образом в технологическом процессе промывки скважины.

Буровой шлам (БШ) – смесь выбуренной породы и бурового раствора, удаляемых из циркуляционной системы буровой различными очистными устройствами.

Буровые сточные воды (БСВ) – водная суспензия, образованная при промывке бурового оборудования и инструмента, содержащая остатки бурового раствора.

Отработанный буровой раствор (ОБР) – буровой раствор, исключаемый из технологического процесса бурения, который накапливается на территории буровой и подлежит утилизации (повторному использованию) или захоронению.

Отходы бурения содержат в своем составе химические реагенты, минеральные примеси и нефтепродукты и, попадая в почву и водные объекты, загрязняют их. В целях предотвращения загрязнения объектов природной среды в рабочих проектах на строительство скважин предусматриваются утилизация (повторное использование) и захоронение отходов бурения.

На стадии проектирования скважин наиболее ответственным является оценка количества буровых отходов и возможные варианты их утилизации.

Существующие методики позволяют определять объемы отходов бурения, образующихся в процессе строительства и восстановления скважин с использованием технологий: амбарной, малоамбарной и безамбарной. Они позволяют обосновать в проектах на строительство скважин количество технических средств и сооружений, необходимых для сбора, хранения, транспортировки, утилизации или захоронения отходов бурения.

Амбарная технология строительства скважин – технология, при которой все отходы бурения (буровой шлам – БШ, отработанный буровой раствор – ОБР и буровые сточные воды – БСВ) захороняются на территории буровой в амбарах для пресных и соленых отходов.

Безамбарная технология строительства скважин – технология, заключающаяся в раздельном сборе отходов бурения и их вывозе с территории буровой для утилизации или захоронения.

Малоамбарная технология строительства скважин – технология, при которой пресные отходы бурения захороняются на территории буровой в пресном амбаре, соленые отходы – вывозятся с территории буровой на утилизацию или захоронение.

Расчет объемов отходов бурения производится на стадии составления проектов на строительство нефтяных и газовых скважин проектной организацией. В основу подхода к определению объемов отходов бурения положены расчетные методы.

Основным принципом, которым необходимо руководствоваться при определении объемов БШ и ОБР, является принцип расчета по интервалам бурения, заданных конструкцией скважины.

Объем выбуренной породы или скважины в i -ом интервале определяется по формуле:

$$V_{\text{вб}} = V_i = 0,785 \cdot D_i^2 \cdot H_i \cdot k_i,$$

где $V_{\text{вб}}$ – объем выбуренной породы в i -ом интервале, м^3 ;

V_i – объем скважины в i -ом интервале, м^3 ;

D_i – диаметр долота в i -ом интервале бурения, м;

H_i – длина интервала ствола скважины, м;

k_i – коэффициент кавернозности в i -ом интервале бурения.

Исходный объем для бурения i -го интервала определяется по формуле:

$$V_{\text{ис}} = 120 + V_{\text{бур}},$$

где $V_{\text{ис}}$ – исходный объем бурового раствора перед началом бурения i -ого интервала, т.е. сумма объема рабочего бурового раствора на поверхности и объема бурового раствора в стволе или колонне в вышележащих интервалах м^3 ;

120 – объем рабочего бурового раствора на поверхности (60 – при восстановлении скважин бурением боковых стволов), м^3 ;

$V_{\text{бур}}$ – объем бурового раствора в скважине перед началом бурения i -ого интервала, м^3 .

Объем бурового раствора общий, необходимый для бурения i -ого интервала, определяется по формуле:

$$V_{\text{общ}} = 0,55 \cdot N_i \cdot H_i + V_{\text{ис}},$$

где $V_{\text{общ}}$ – объем раствора общий, необходимый для бурения i -ого интервала, м^3 ;

0,55 – коэффициент, характеризующий применение ресурсосберегающих технологий;

N_i – норма расхода бурового раствора для бурения i -ого интервала с учетом проектной коммерческой скорости бурения скважины;

H_i – длина интервала ствола скважины, м.

Объем ОБР после бурения i -ого интервала определяется по формуле:

$$V_{\text{посл}} = (V_{\text{общ}} - V_{\text{бур}} - V_{\text{ис}(i+1)})$$
 – если раствор не меняется,

$$V_{\text{посл}} = (V_{\text{общ}} - V_{\text{бур}})$$
 – если раствор полностью меняется,

где $V_{\text{посл}}$ – объем ОБР после бурения i -ого интервала, м^3 ;

$V_{\text{общ}}$ – объем раствора общий, необходимый для бурения i -ого интервала, м^3 ;

$V_{\text{бур}}$ – объем бурового раствора в буровом шлеме при бурении i -ого интервала, м^3 ;

$V_{\text{ис}(i+1)}$ – исходный объем бурового раствора перед началом бурения $(i+1)$ интервала, м^3 .

Объем бурового шлама, образующегося при бурении i -ого интервала, рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{шлам}} = V_{\text{вб}} \cdot k_i \cdot 0,8,$$

где $V_{\text{шлам}}$ – объем бурового шлама, образующегося при бурении i -ого интервала, м^3 ;

$V_{\text{вб}}$ – объем выбуренной породы в i -ом интервале, м^3 ;

k_i – коэффициент разуплотнения (коэффициент потери бурового раствора при очистке, учитывающий разуплотнение горной породы), численно равный: для бурения под кондуктор – 2, под другие колонны – 1,5 (определены эмпирически);

0,8 – коэффициент, характеризующий максимальную степень очистки бурового раствора от породы при использовании трех ступеней.

Объем бурового раствора в буровом шламе при бурении i-ого интервала рассчитывается по формулам:

$$V_{AD\emptyset i} = V_{A\emptyset i} - 0,8 \cdot V_{\bar{A}i},$$

где $V_{AD\emptyset i}$ – объем бурового раствора в буровом шламе при бурении i-ого интервала, м³;

$V_{A\emptyset i}$ – объем бурового шлама, образующегося при бурении i-ого интервала, м³;

0,8 – коэффициент, характеризующий максимальную степень очистки бурового раствора от породы при использовании трех ступеней очистной системы;

$V_{\bar{A}i}$ – объем выбуренной породы в i-ом интервале, м³.

Объем БСВ при бурении i-ого интервала определяется по формуле:

$$V_{\bar{A}\bar{N}\bar{A}i} = 6 \cdot V_{i \bar{A}Di} / 12 = 0,5 \cdot V_{i \bar{A}Di},$$

где $V_{\bar{A}\bar{N}\bar{A}i}$ – объем БСВ, образующийся при бурении i-ого интервала, м³;

6 – средний коэффициент разбавления ОБР водой при осветлении, значение которого определено из опыта работы;

$V_{i \bar{A}Di}$ – объем ОБР после бурения i-ого интервала, м³;

12 – средний коэффициент, определяющий долю бурового раствора в составе БСВ, значение которого определено из опыта работы.

Объем воды после проведения акустического контроля цементирования (АКЦ) определяется по формуле:

$$V_{\bar{A}\bar{A}\bar{E}\bar{O}} = 0,785 \cdot d_{\bar{e}}^2 \cdot L$$

где $V_{\bar{A}\bar{A}\bar{E}\bar{O}}$ – объем воды после проведения АКЦ, м³;

$d_{\bar{e}}$ – внутренний диаметр колонны, м;

L – длина колонны, м, заполненная водой при проведении АКЦ, численно равная: для кондуктора и технических колонн – 200 м; для эксплуатационной колонны – всей ее длине; в колоннах-хвостовиках принимается по проекту.

Объем буферной жидкости с зонами смешения $V_{\text{БЖ}}$ равен 12 м³.

Объем кека, образующегося в результате осветления БСВ при бурении i-ого интервала, определяется по формуле:

$$V_{\bar{E}\bar{A}\bar{E}i} = 0,2 \cdot V_{\bar{A}\bar{N}\bar{A}i},$$

где $V_{\bar{E}\bar{A}\bar{E}i}$ – объем кека, м³;

0,2 – коэффициент, определяющий долю объема кека в объеме БСВ_i (определен из опыта работы);

$V_{\bar{A}\bar{N}\bar{A}i}$ – объем БСВ, образующийся при бурении i-ого интервала, м³.

Проблема обезвреживания и утилизации нефтешламов, буровых шламов, нефтезагрязненных грунтов и осадков буровых сточных вод приобретает в настоящее время все более острый характер в связи с тем, что объемы генерирования отходов постоянно растут, в то время как природоохранные мероприятия несравнимо малы.

Основные факторы воздействия буровых отходов на окружающие элементы биоценоза определяются составом бурового раствора и попадающими в него из забойного пространства нефтепродуктами и минерализованными водами.

Одним из главных направлений совершенствования буровых работ является повышение уровня управления работами при строительстве скважин на базе внедрения современных информационных измерительных систем, новейших способов машинной обработки первичной информации и автоматических систем управления технологическими процессами и производством. На основе наиболее полного использования достижений научно-технического прогресса можно добиться значительного повышения технико-экономических показателей в бурении.

В качестве примера рассмотрим созданную мной программу для расчета количества отходов при бурении (рисунок 1). Исходными данными являются проходка в каждом

интервале, диаметр долота для бурения этих интервалов, а также коэффициенты кавернозности и разуплотнения и норма расхода бурового раствора на 1 м бурения.

Расчет объемов отходов бурения

File View Help

Интервал бурения, м	Диаметр долота, м	К. кавернозности	К. разуплотнения	Норма расхода БР
Кондуктор: 0 - 170	0,49	1,25	2	0,92 м3/м
1 техническая колонна: 170 - 1675	0,394	1,25	1,5	0,6 м3/м
2 техническая колонна: 1675 - 3500	0,295	1,3	1,5	0,32 м3/м
Хвостовик: 3500 - 5125	0,216	1,25	1,5	0,17 м3/м
Эксплуатационная колонна: 5125 - 5720	0,165	1,15	1,5	0,11 м3/м

Выбор интересующих показателей в расчете

- Объем выбуренной породы
- Исходный объем бурового раствора для бурения интервала
- Объем бурового раствора на бурения интервала общий
- Объем бурового шлама
- Объем бурового раствора в шлеме
- Объем ОБР
- Объем БСВ
- Объем кека

Степень очистки: 0,8

Выполнить расчет

Объем отходов бурения по амбарному способу бурения, м3: 2619

Объем отходов бурения по безамбарному способу бурения, м3: 2107,4

Рисунок 1 - Окно главной формы программы

Процесс сооружения скважин сопровождается применением материалов и химических реагентов различной степени экологической опасности. Основными объектами загрязнения при бурении скважин являются геологическая среда, гидро- и литосфера (открытые водоемы, дно акваторий, почвенно-растительный покров) [1].

В настоящее время наибольшую опасность для окружающей среды представляют производственно-технологические отходы бурения, которые накапливаются и хранятся непосредственно на территории буровой. В своем составе они содержат широкий спектр загрязнителей минеральной и органической природы, представленных материалами и химреагентами, используемыми для приготовления и обработки буровых растворов [2].

На основе полученных данных после расчета программы (рисунок 2) можно сделать выводы о количестве образующихся отходов на каждом этапе строительства скважины, а также их общее количество при амбарной и безамбарной технологии строительства. Это позволяет дать оценку экологической обстановке в районе бурения, а также, после дополнительных расчетов, экономическую целесообразность тех или иных мероприятий по снижению загрязняющей способности отходов бурения.

Расчет по выбранным параметрам

Параметры	Кондуктор	1 техническая	2 техническая	Хвостовик	Эксплуатационная	Итого
Объем выбуренной породы, м3	40,1	229,2	162,1	74,4	14,6	520,4
Исходный объем БР для бурения интервала, м3	120	141,8	241,1	255,2	291,4	
Объем БР на бурение интервала общий, м3	206	638,4	562,3	407,1	327,4	
Объем бурового шлама, м3	64,1	275,1	194,5	89,3	17,5	640,5
Объем ОБР, м3	32,2	305,7	242,3	377,3	321,5	1279
Объем БР в шлеме, м3	32	91,7	64,8	29,8	5,8	224,2
Объем БСВ, м3	16,1	152,8	121,1	188,7	160,8	639,5
Объем буферной жидкости с зонами смешения, м3	12	12	12	12	12	60
Объем кека, м3	3,2	30,6	24,2	37,7	32,2	127,9
Объем отходов бурения всего по амбарному способу бурения, м3	124,4	745,6	569,9	667,3	511,8	2619
Объем отходов бурения всего по безамбарному способу бурения, м3	111,5	623,3	473	516,4	383,2	2107,4

Рисунок 2 - Расчет программы по выбранным параметрам

Литература

1. Булатов А.И., Левшин В.А., Шеметов В.Ю. Методы и техника очистки и утилизации отходов бурения. – М.: ВНИИОЭНГ, 1989. – 56 с. – (Обзор. информ. Сер. Борьба с коррозией и защита окружающей среды).
2. Дедиков Е.В., Гноевых А.Н., Гасумов Р.А. и др. Нормативы образования отходов при бурении и капитальном ремонте скважин //Газовая промышленность, 2002. – С. 23-24.
3. Лукьянов Э. Е. Создание новых технологий информационного обеспечения строительства нефтегазовых скважин – веление времени // НТВ Каротажник. Тверь: Изд. АИС. 2005. Вып. 132-133.