

**Дисциплина**  
**«Буровые технологические жидкости»**

**Лектор: Петр Савельевич Чубик,  
доктор технических наук, профессор**

# Распределение учебного времени

**Для студентов очной формы обучения:**

- ✓ Лекции - 32 ч.
- ✓ Лабораторные занятия - 8 ч.
- ✓ Практические занятия - 8 ч.
- ✓ Курсовая работа
- ✓ Всего аудиторных занятий - 48 ч.
- ✓ Самостоятельная работа - 32 ч.
- ✓ Общая трудоемкость - 80 ч.
  
- ✓ **Дифференцированный зачет, экзамен**

## **Рекомендуемая литература:**

- 1. Сулакшин С.С., Чубик П.С. Разрушение горных пород при проведении геологоразведочных работ: Учебник для вузов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011 (Раздел 4 «Способы удаления продуктов разрушения из скважин при бурении и их теоретические основы»)**
- 2. Булатов А.И., Макаренко П.П., Проселков Ю.М. Буровые промывочные и тампонажные растворы: Учеб. пособие для вузов. - М.: Недра, 1999. - 424 с.**
- 3. Чубик П.С. Практикум по тампонажным материалам. - Томск: Изд-во ТПУ, 1999. - 82 с.**
- 4. Грей Дж.Р., Дарли Г.С.Г. Состав и свойства буровых агентов (промывочных жидкостей) / Пер. с англ. - М.: Недра, 1985. - 509 с.**

### 1. Введение

**Скважина – это цилиндрическая горная выработка в земной коре, сооружаемая без доступа в неё человека, которая характеризуется относительно небольшим диаметром по сравнению с ее длиной.**



По целевому назначению скважины, сооружаемые при геологоразведочных работах на нефть и газ и разработке нефтяных и газовых месторождений (залежей), принято делить на три группы:

- ✓ геологоразведочные;
- ✓ эксплуатационные;
- ✓ специальные.



**Геологоразведочные скважины** сооружаются с целью создания информационного канала связи между дневной поверхностью и земными недрами.

В эту группу входят 6 категорий скважин:

- ✓ **опорные** (определение общих закономерностей распространения комплексов отложений, благоприятных для нефтегазонакопления);
- ✓ **параметрические** (оценка перспектив нефтегазоносности возможных зон нефтегазонакопления);
- ✓ **структурные** (выявление и подготовка к поисковому бурению перспективных площадей);



- ✓ **поисковые** (открытие новых месторождений нефти и газа на площадях, подготовленных геолого-поисковыми работами);
- ✓ **оценочные** (оценка запасов углеводородов на площадях с установленной промышленной нефтегазоносностью);
- ✓ **разведочные** (сбор исходных данных для составления проекта разработки залежи и уточнения запасов).



**Эксплуатационные скважины** сооружаются для разработки и эксплуатации залежей нефти и газа.

В эту группу входят скважины следующих 6 категорий:

- ✓ **собственно эксплуатационные** (извлечение нефти и газа из залежей на дневную поверхность);
- ✓ **опережающие эксплуатационные** (уточнение параметров и режима работы пласта, границ обособленных продуктивных полей; оценка выработки отдельных участков залежи);



- ✓ **нагнетательные** (воздействие на эксплуатируемый пласт с помощью закачки воды, газа и других агентов);
- ✓ **наблюдательные** (систематическое наблюдение за изменением давления, положением межфлюидных контактов);
- ✓ **контрольные;**
- ✓ **пьезометрические.**



**Специальные скважины** сооружаются для различных инженерных целей, в частности:

- ✓ сброса промышленных вод;
- ✓ ликвидации открытых фонтанов нефти и газа;
- ✓ подготовки подземных хранилищ углеводородов и закачки в них газа и жидких углеводородов;
- ✓ захоронения промышленных стоков и др.



Основными процессами, выполняемыми при собственно бурении любых скважин, являются следующие:

- ✓ **разрушение горных пород на забое;**
- ✓ **удаление продуктов разрушения (шлама, обломков или частичек разрушенной породы) с забоя на дневную поверхность;**
- ✓ **спуск и подъем бурового инструмента (замена долота, смена КНБК и др.).**

Невыполнение **любого из этих процессов** делает бурение скважин практически неосуществимым.



# Часть 1.

# Буровые растворы



*Курс лекций по дисциплине «Буровые технологические жидкости».*

*Автор: профессор кафедры бурения скважин П.С. Чубик*

### 1.1. Общие сведения о способах удаления продуктов разрушения и об очистных агентах

Удаление продуктов разрушения при бурении скважин может осуществляться несколькими способами, основными из которых являются следующие:

- ✓ **гидравлический;**
- ✓ **пневматический;**
- ✓ **комбинированный** (гидропневматический или пневмогидравлический).

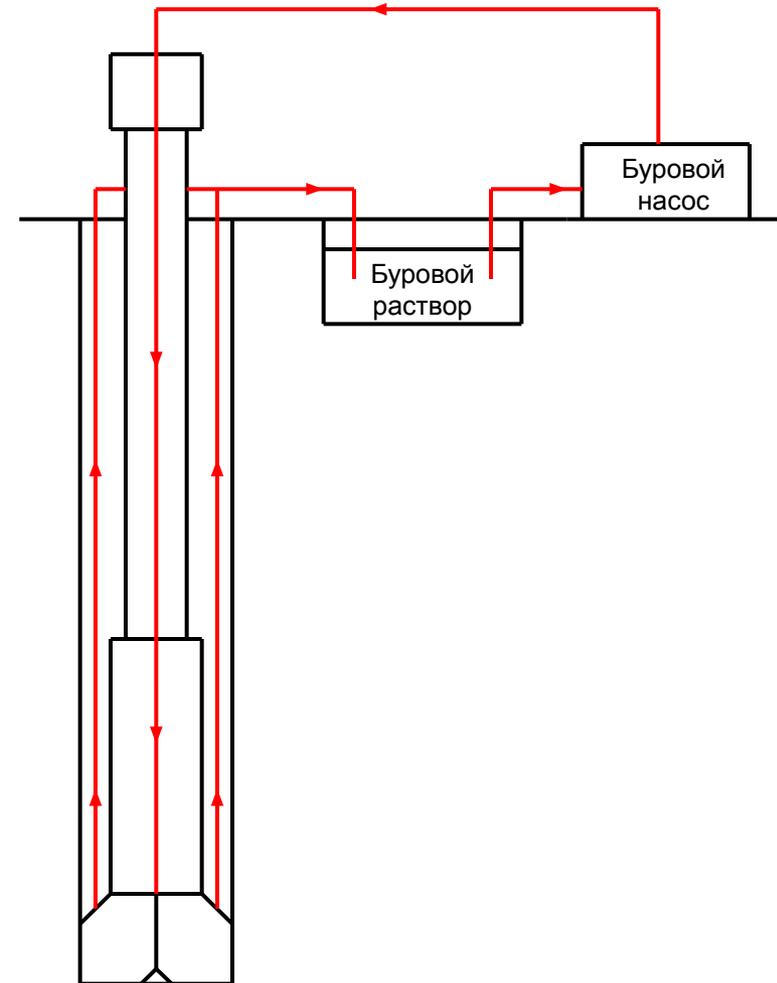


При **гидравлическом способе** продукты разрушения удаляются с забоя и транспортируются на поверхность потоком жидкости, движущейся в скважине с определенной скоростью.

Такая жидкость называется буровым промывочным раствором или просто **буровым раствором (БР)**.



**Буровой раствор закачивается буровым насосом в бурильные трубы, нагнетается к забою, омывает его и, подхватив частички выбуренной породы, по затрубному пространству выносит их на поверхность, где они осаждаются, главным образом, принудительно с помощью специальных очистных устройств.**



Идея промывки скважин непрерывной циркуляцией воды по трубам и затрубному пространству принадлежит французскому инженеру **Фовелю** (1846 г.).

В 1887 г. американец **М.Д. Чэпмен** предложил вводить в поток воды глину, отруби, зерно или цемент для создания на стенках скважин малопроницаемой корки.

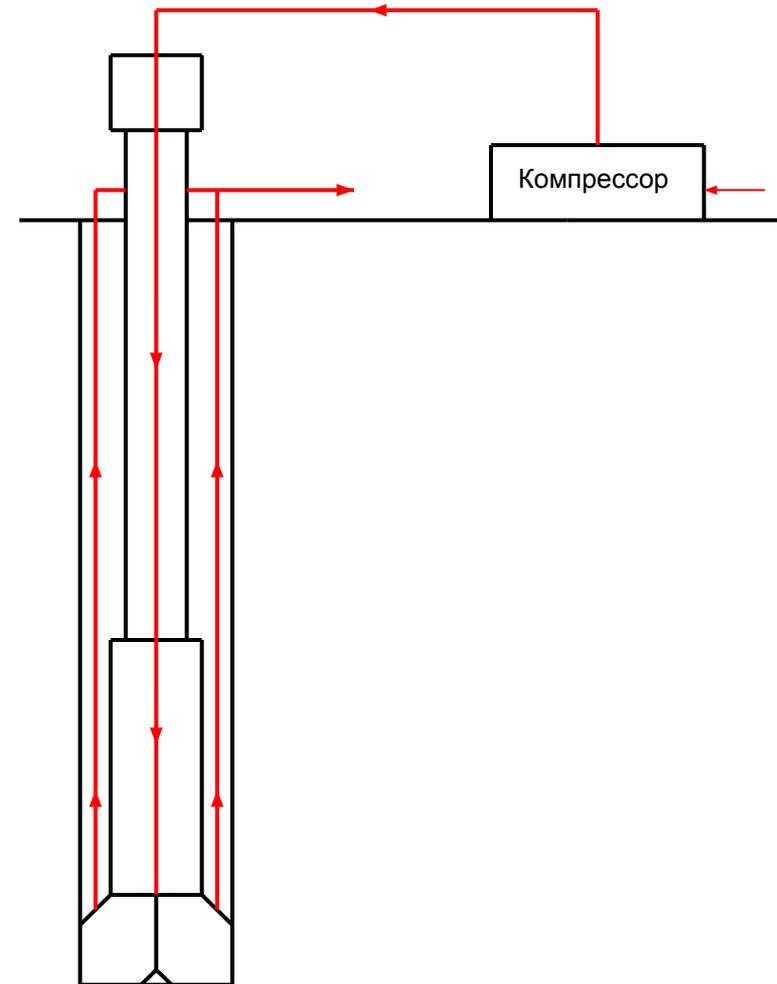
Из приведенного перечня материалов практическое применение нашла только глина и по сей день глинистые растворы являются самым распространенным видом буровых растворов.



**Пневматический способ** заключается в выносе продуктов разрушения из скважины потоком газа, чаще всего, сжатого воздуха.

Кроме сжатого воздуха используют выхлопные газы ДВС, природный газ, азот.

Всю их совокупность называют **газообразными агентами**.



Патент по использованию сжатого воздуха для удаления шлама из скважин принадлежит американцу **П. Суини**, который он получил в **1866** г.

Из газообразных агентов первым был испытан природный газ. Произошло это в сентябре **1932** г. при бурении нефтяной скважины глубиной **2680** м в штате Техас США.

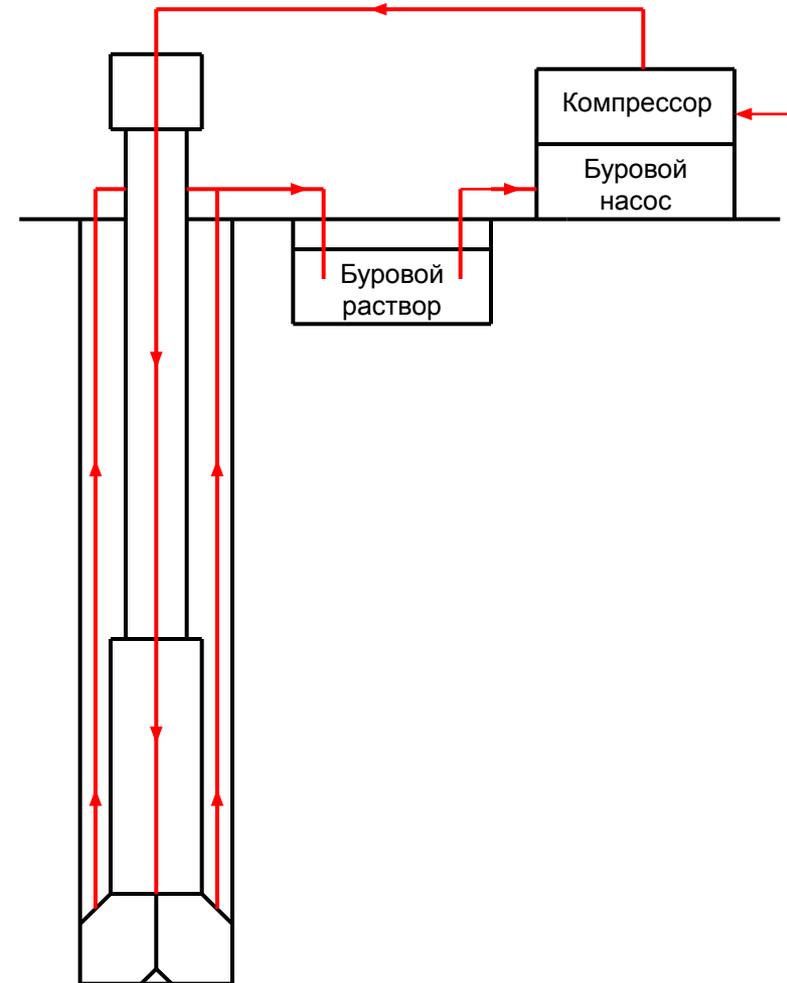
В этом же штате в **1950** г. для удаления продуктов разрушения при бурении сейсмических скважин впервые начали использовать сжатый воздух.



При комбинированном способе продукты разрушения удаляются из скважины потоком газожидкостной смеси (ГЖС) при одновременной работе бурового насоса и компрессора.

## Типы ГЖС:

- ✓ **азрированные буровые растворы** (впервые были использованы в мае **1953** г. в штате Юта США);
- ✓ **пены** (впервые были применены в **1962** г. в штате Невада при бурении скважины диаметром **1630** мм на испытательном полигоне по атомной энергии США).



**БР + газообразные агенты + ГЖС = очистные агенты**



*Курс лекций по дисциплине «Буровые технологические жидкости».*

*Автор: профессор кафедры бурения скважин П.С. Чубик*

Основная задача раздела «Буровые растворы» данной дисциплины - привить будущим специалистам знания, умения и навыки, позволяющие в конкретных геолого-технических условиях бурения **самостоятельно и творчески** решать все вопросы, связанные с удалением продуктов разрушения из скважин, добиваясь выполнения проектных задач с максимальной эффективностью (**быстрее, лучше, дешевле**), не нанося при этом ущерба окружающей природной среде.



## Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности (п. 2.10.1):

**«Тип и свойства бурового раствора в комплексе с технологическими мероприятиями и техническими средствами должны обеспечивать безаварийные условия бурения с высокими технико-экономическими показателями, а также **качественное вскрытие продуктивных горизонтов**».**



### 1.2. Современные функции буровых растворов и требования, предъявляемые к ним

**Основными функциями** циркулирующего в скважине **бурового раствора** являются:

- ✓ **удаление с забоя** частиц разрушенной породы (шлама) и **транспортирование (вынос) шлама на поверхность**;
- ✓ **охлаждение** породоразрушающего инструмента (**ПРИ**).

При бурении с использованием гидравлических забойных двигателей (ГЗД) поток бурового раствора выполняет еще одну основную функцию - переносит к ним энергию от буровых насосов.



**К числу дополнительных функций бурового раствора относятся следующие:**

- ✓ **обеспечение устойчивости горных пород в околоствольном пространстве скважины;**
- ✓ **создание равновесия в системе «ствол скважины - пласт», т.е. предупреждение флюидопроявлений (поступлений в скважину газа, нефти, воды) и поглощений (ухода бурового раствора из скважины вглубь проницаемых пластов);**
- ✓ **удержание частиц шлама во взвешенном состоянии при остановках циркуляции;**
- ✓ **снижение сил трения между контактирующими в скважине поверхностями и их износа.**



При этом в любых условиях буровой раствор должен удовлетворять еще и целому ряду требований:

- ✓ активизировать процесс разрушения горных пород на забое;
- ✓ не вызывать коррозии бурового оборудования и инструмента;
- ✓ максимально сохранять естественную проницаемость продуктивных горизонтов (коллекторские свойства пород);
- ✓ не искажать геолого-геофизическую информацию;



- ✓ **быть устойчивым к возмущающим воздействиям**, т.е. к обогащению частицами разрушаемых пород, электролитной агрессии, высоким и низким температурам, действию бактерий и др.;
- ✓ **быть безопасным** для обслуживающего персонала, **экологически безопасным** для компонентов окружающей природной среды и **«рентабельным»**, т.е. обеспечивающим максимально возможное снижение стоимости 1 м бурения или себестоимости 1 т (1 м<sup>3</sup>) нефти (газа).

