

Оглавление

От редакционного совета серии	xvii
ГЛАВА 1. Функции промывочных жидкостей для бурения скважин . .	1
Определение промывочных жидкостей для бурения скважин и их ос- новные функции	1
Охлаждение и смазка долота и колонны бурильных труб	1
Очистка долота и забоя скважины	2
Удержание механических частиц во взвешенном состоянии, вынос шла- ма и обрушившейся породы	2
Обеспечение устойчивости стенок ствола и контроль давлений в скважине	2
Использование бурового раствора при сборе геологических данных и оценке пластов	3
ГЛАВА 2. Свойства буровых растворов	5
Введение	5
Свойства буровых растворов, определяемые промысловым анализом	5
Удельный вес бурового раствора	6
Гидростатическое давление столба жидкости	7
Промысловые измерения удельного веса	7
Эквивалентная циркуляционная плотность (ЭЦП)	9
Вязкость бурового раствора	11
Влияние вязкости на закон Стокса	12
Закон вязкого течения Ньютона	12
Модель вязкопластической жидкости Бингама	13
Замеры реологических параметров	14
Контроль вязкости бурового раствора	16
Пластическая вязкость ($ПВ = \theta_{600} - \theta_{300}$)	17
Предел текучести ($ПТ = \theta_{300} - ПВ$)	17
Вязкопластичные жидкости	20
Степенная реологическая модель	21
Расчет n и K	23
Реологическая модель Гершеля – Балкли	23
Оптимальная вязкость бурового раствора	25
Корректировка реологических свойств	26
Статическое напряжение сдвига	26

Водоотдача	28
Факторы, влияющие на водоотдачу	30
Температура	30
Тип и размер частиц	31
Время	31
Давление	32
Профиль скоростей потока	32
Промысловые измерения водоотдачи	33
Стандартный анализ по регламенту АНИ	34
Анализ водоотдачи по регламенту АНИ для высоких давления и температуры	35
Методика получения показателей мгновенной и общей водоотдачи	37
Водоотдача — пример расчета	37
Контроль водоотдачи	38
Содержание твердой фазы	41
Промысловые измерения концентрации твердой фазы	42
Содержание песка	42
Анализ с помощью реторты	42
Титрование бурового раствора метиленовой синей краской	45
Расчет типа и количества твердой фазы	47
Химический анализ буровых растворов	49
рН	49
Щелочность ($P_{бр}$, P_f , M_f и P_1 , P_2)	50
Интерпретация результатов анализа	51
Интерпретация P_f и M_f	51
Интерпретация P_1 и P_2	53
Хлориды	54
Общая жесткость	55
Анализ ежедневных сводок по буровым растворам	56
Предлагаемые методы супервайзинга и технологического контроля	59
ГЛАВА 3. Основные химические понятия и термины	69
Введение	69
Буровой раствор в понимании химика	69
Базовые компоненты вещества	70
Основные взаимодействия между веществами	76
Формирование химических соединений	76
Ионная связь	76
Ковалентная связь	78
Соединения, имеющие и ковалентные и ионные связи	78
Полярные и неполярные связи	79
Органические и неорганические соединения	81

Смеси	82
Суспензии	82
Растворимость и растворы	85
Химические типы и химические реакции	91
Стехиометрия и расчеты, основанные на химических реакциях	91
Кислоты и основания	92
Кислотно-основная нейтрализация и рН	94
рН	95
Понятие химического равновесия	98
Движущая сила химических изменений	103
Химические расчеты	104
Стехиометрия и расчеты, основанные на химических реакциях	104
Решение	105
Способы выражения концентрации	105
Концентрация растворов	105
Масса растворяемого вещества в объеме растворителя	106
Масса растворяемого вещества в объеме раствора (масса/объем)	106
Масса растворяемого вещества на массу растворителя	106
Масса растворяемого вещества на массу раствора (масса/масса)	106
Молярность (M)	107
Моляльность (m)	107
Нормальность (N)	108
Объем растворенного вещества на объем раствора (объем/объем)	109
Химический анализ буровых растворов	109
ГЛАВА 4. Химия глин	111
Введение	111
Фундаментальная структура глин	112
Глинистые минералы, представляющие интерес для бурения	116
Бентонит	116
Каолинит	120
Иллит	120
Хлорит	123
Смешаннослойные глинистые минералы	123
Аттапульгит	125
Сепиолит	126
Поведение глин в буровых растворах	126
Агрегированные системы	126

Диспергированные системы	128
Флокулированные системы	128
Дефлокулированные системы	129
Механизмы флокуляции/дефлокуляции	129
Эффект высоких концентраций соли и/или поливалентных ионов	130
Заключение по физико-химическому взаимодействию	133
Молекулярный вес	134
Адсорбция на поверхности глины	134
ГЛАВА 5. Расчеты, выполняемые при разработке рецептуры буровых растворов и поддержании их эксплуатационных параметров	135
Введение	135
Гидростатическое давление	135
Примеры с уравнением гидростатического давления	136
Уравнения материального баланса	136
Смешивание двух буровых растворов	137
Утяжеление бурового раствора	138
Разбавление бурового раствора водой	139
Приготовление бурового раствора в точном соответствии с требованием по объему	139
Утяжеление бурового раствора без изменения имеющегося объема	140
Разбавление бурового раствора без изменения его объема	141
Определение среднего удельного веса твердой фазы	142
Определить концентрации твердой фазы с высокой и низкой плотностями	143
Определение среднего удельного веса твердой фазы бурового раствора с высокой минерализацией	144
Определение концентраций (в кг/м ³) твердой фазы с низким и высоким удельными весами для бурового раствора с сильной минерализацией, о котором шла речь в предыдущем примере	145
Изменение величины соотношения нефть/вода в буровом растворе на нефтяной основе	147
Определение требуемого количества жидкости для изменения соотношения нефть/вода	148
Приготовление бурового раствора в строгом соответствии с требованием по объему	149
Расчеты объемов циркуляции, скважины и оборудования	151
Расчеты подачи насоса	151
Расчет объема скважины и затрубного пространства	152

Объем внутреннего пространства бурильных труб и вытесняемый ими объем	15
Расчеты объема растворной емкости	15
Расчет продолжительности циркуляции	15
Расчет потребности в материалах, необходимых для поддержания заданных параметров бурового раствора и его обработки	15
Возврат барита в буровой раствор	16
Ежедневное поддержание параметров полимерных систем	16
Гидравлика и гидравлические формулы	16
Расход бурового раствора	16
Гидравлическая мощность	16
Перепад давления на долоте	16
Скорость истечения из насадок	16
Разница между силой удара струи и гидравлической мощностью	17
Гидравлические формулы	17
ГЛАВА 6. Устойчивость стенок скважины	17
Породы	17
Магматические породы	17
Метаморфические породы	17
Осадочные породы	17
Механические факторы, влияющие на устойчивость стенок скважины	18
Градиент давления вышележащих пород	18
Поровое давление	18
Тектонический сдвиг	18
Быстрое осадконакопление	18
Структура коллектора	18
Диagenез глин	18
Повышение давлений в коллекторах, залегающих на небольших глубинах	18
Палео-давления	18
Солевые купола и отложения солей	18
Градиент давления гидравлического разрыва	19
Циркуляционные давления	19
Движение бурильного инструмента в стволе скважины	19
Пласты, которым свойственна потеря циркуляции буровых растворов	19
Напряжения, способствующие развитию трещины	19
Неустойчивость стенок скважины, связанная с солевыми пластами	19
Влияние бурового раствора на устойчивость стенок скважин	19

Механизмы дегидратации глинистых сланцев	199
Классификация глинистых сланцев	201
Классификация глинистых сланцев, основанная на описательном геологическом анализе	202
Классификация глинистых сланцев, основанная на результатах анализа поведения в статических и динамических условиях	202
Повышение устойчивости глинистых сланцев и подбор бурового раствора	205
Химическое ингибирование реакционно-активных сланцев	208
Обволакивание глинистых сланцев	209
Механическая устойчивость глинистых сланцев	210
ГЛАВА 7. Компоненты бурового раствора	213
Утяжеляющие материалы или уплотнители	214
Загустители	215
Материалы по контролю водоотдачи	215
Материалы для контроля реологии	216
Материалы для контроля pH	217
Кольматанты	217
Поверхностно-активные вещества	218
Смазывающие материалы	220
Флоккулянты	220
Материалы, стабилизирующие глинистые сланцы	221
Защита от токсичных воздействий или коррозии	222
Прочие вещества, имеющие специализированные функции	222
Биоциды	222
Осаждающие реактивы	223
Материалы, ингибирующие твердые отложения	223
Минеральные руды	223
Барит	224
Минералы железа	225
Оксиды железа	225
Карбонат железа	226
Титанат железа	226
Прочие минералы	226
Карбонат кальция	226
Сульфат стронция	227
Сульфид свинца	227
Растворимые соли	227
Глины	228
Бентонит	228

Аттапульгит	230
Сепиолит	231
Органофильные глины	231
Другие минеральные продукты	232
Асбест	232
Лигнит	233
Органофильный лигнит (гумат)	234
Полимеры	234
Основная структура и типы полимеров	235
Структура и функции полимера в буровых растворах	239
Характеристика некоторых органических полимеров, используемых в буровых растворах	240
Сахариды и полисахариды	242
Крахмалы	242
Гуаровая камедь	245
Микробиальные полисахариды — ксантановая смола	247
Лигнит и лигносульфонаты	249
Танин	251
Модифицированные танины	252
Производные целлюлозы	252
Карбоксиметилцеллюлоза	253
Полианионная целлюлоза	254
Гидроксиэтилцеллюлоза	254
Прочие водорастворимые полимеры на основе целлюлозы	254
Синтетические полимеры	255
Неорганические полимеры	257
Органические фосфаты	258
Распространенные неорганические материалы	259
Простые коммерческие материалы	263
Кольматанты	263
Поверхностно-активные вещества	264
Поверхностно-активное вещество бурового раствора (ПАВ БР)	265
Эмульгатор бурового раствора (ЭБР)	265
Гидрофобизаторы	266
Биоциды	266
Смазочные вещества	267
Противовспенивающие реагенты	267
ГЛАВА 8. Системы буровых растворов	275
Системы глинистых буровых растворов	276
Глинистые растворы на основе пресной воды	276

Глинистые растворы на основе минерализованной или морской воды	279
Насыщенные солью буровые растворы на глинистой основе	280
Ингибированные буровые растворы на глинистой основе	281
Гипсовые растворы на глинистой основе	281
Известковые растворы на глинистой основе	282
Обработанные калием растворы на глинистой основе	284
Растворы на полимерной основе	286
Растворы с одним типом соли	287
Солевой раствор с хлоридом калия	287
Солевой раствор с хлоридом натрия	287
Солевой раствор с хлоридом кальция	287
Системы на нефтяной основе	288
Буровые растворы на основе обращенных эмульсий	289
Буровые растворы с частично фильтрующейся углеводородной фазой	294
ГЛАВА 9. Анализ тенденций	297
Выявление тенденций	299
Признаки, указывающие на состояние ствола скважины	301
Материалы, влияющие на свойства бурового раствора	304
ГЛАВА 10. Посторонние примеси	311
Посторонние примеси, встречающиеся при бурении	312
Посторонние примеси, устранимые химической обработкой	313
Выбуренная твердая фаза	313
Способы регулирования содержания твердой фазы	316
Отстаивание	316
Разбавление	316
Механическая очистка	317
Химическая обработка	318
Эвапоритовые (растворимые) соли	319
Хлорид натрия	320
Пласты каменной соли	320
Приток минерализованной пластовой воды	320
Соленая вода затворения	321
Эвапоритовые отложения	321
Отложения сульфата кальция	322
Загрязнение растворимыми карбонатами	322
Цемент	323
Загрязнение другими двухвалентными ионами	323
Кислые газы	324

Бактериальное загрязнение	325
Нефтепродукты	325
Изменения характеристик буровых растворов. Посторонние примеси и их обработка	326
Загрязнение твердой фазой (глинами или сланцевыми породами)	326
Загрязнение гидрокарбонатами	326
Загрязнение карбонатами	330
Солевое загрязнение	332
Загрязнение цементом	333
Загрязнение ангидритом	334
Воздействие высоких температур	335
Бактериальное загрязнение	336
Загрязняющие примеси в буровых растворах на нефтяной основе	338
Выбуренная порода	338
Вода	339
Кислые газы	340
Эвапоритовые соли	340
Прочие посторонние примеси	342

ГЛАВА 11. Разработка технологического регламента на буровые растворы	343
Подготовка технологического регламента на буровые растворы	345
Пластовые давления	347
Метод Хубера и Уиллиса	349
Метод Мэтьюза и Келли	349
Метод Бена Итона	350
Описание методики исследований и анализа образцов керна	352
Внешний осмотр и группировка образцов керна	352
Описание аналитических исследований	354
Репрезентативные результаты исследований и их интерпретация	355
Элементный анализ	360
Визуальное описание шлама глинистых пород	365
Учет термических воздействий	367
Рекомендуемый вариант регламента на буровые растворы	368
ГЛАВА 12. Очистка бурового раствора от шлама	373
Введение	373
Наземная часть циркуляционной системы бурового раствора	379
Емкости циркуляционной системы	379
Вибросита и сетки	381
Применение	381
Выбор	382

Производительность вибросит	383
Установка оборудования	387
Техническое обслуживание	388
Влияние характеристик бурового раствора на эффективность ра- боты очистного оборудования	389
Многослойные сетки	389
Гидроциклоны	390
Центрифуги	394
Советы по эксплуатации	397
Дегазаторы	398
Газосепараторы	398
Дегазатор	398
Перемешиватели	402
Центробежные насосы	402
Механизм действия центробежного насоса	403
Напор	405
Различные сведения и рекомендации по эксплуатации	408
Библиография	411
Предметный указатель	413