



КОМТЭК



КУРС ОБУЧЕНИЯ ПО БУРОВЫМ РАСТВОРАМ



КОМТЭК

Химические реагенты: Утяжелители и соли

С целью создания необходимого противодействия на пласт буровой раствор должен обладать заданной плотностью, зачастую значительно превышающую плотность воды. Для этого применяют компоненты, вводимые в буровой раствор для увеличения его плотности.

Физически компоненты, увеличивающие плотность бурового раствора, условно подразделяются на:

1. Нерастворимые (твердые вещества).
2. Растворимые (соли).



КОМТЭК

Химические реагенты: Утяжелители и соли

Нерастворимые утяжелители представляют собой вещества химически стойкие к воздействию дисперсной среды (воды) бурового раствора.

МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОТНОСТИ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

Материал	Главный компонент	Плотность, г/см ³	Твердость по шкале Мооса
Галенит	PbS	7,4–7,7	2,5–2,7
Гематит	Fe ₂ O ₃	4,9–5,3	5,5–6,5
Магнетит	Fe ₃ O ₄	5,0–5,2	5,5–6,5
Оксид железа (искусственный)	Fe ₂ O ₃	4,7	
Ильменит	FeO TiO ₂	4,5–5,1	5–6
Барит	BaSO ₄	4,2–4,5	2,5–3,5
Сидерит	FeCO ₃	3,7–3,9	3,5–4
Целестит	SrSO ₄	3,7–3,9	3–3,5
Доломит	CaCO ₃ MgCO ₃	2,8–2,9	3,5–4
Кальцит	CaCO ₃	2,6–2,8	3

Химические реагенты: Утяжелители и соли

Для эффективного использования утяжелителя следует помнить, что вещества, используемые для увеличения плотности бурового раствора, должны представлять собой мелкоизмельченный вид. В ряде случаев фракционный состав (размер твердых нерастворимых частиц) утяжелителя играет особую роль при кольматации (закупоривании).

Наиболее часто применяемые нерастворимые утяжелители:

1. **Барит** (сульфат бария, плотность 4,2-4,5 г/см³). Практически нерастворим в воде. При утяжелении бурового раствора по циклу может вызвать увеличение условной вязкости. Подвержен слеживанию и склонен к седиментации. Негативно влияет на проницаемость продуктивных пластов. В редких случаях может содержать сульфат кальция (гипс), что при использовании влияет на остальные параметры бурового раствора.
2. **Карбонат кальция** (мел, молотый мрамор, плотность 2,6-2,8 г/см³). Растворим по действием соляной кислоты, что очень важно при освоении.
3. **Бентонит и пластовая (карьерная) глина** (плотность 2,5-2,6 г/см³). Не является утяжелителем в прямом смысле слова, но влияет на плотность бурового раствора при приготовлении и в процессе бурения (наработка БР).



Химические реагенты: Утяжелители и соли

Вещества, растворяющиеся в воде и кристаллизующиеся вновь при ее выпаривании, называются солями.

Простые соли состоят из катионов металлов (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{Fe}^{2+/3+}$) и анионов неметаллов (Cl^- , S^{2-} , SO_4^{2-}).

Наиболее часто применяемые соли:

1. **NaCl** (хлорид натрия, поваренная соль, галит). Используется при заканчивании и капитальном ремонте скважин, для приготовления соленасыщенного водного раствора для разбуривания каменной соли; для снижения температуры замерзания бурового раствора.

2. **KCl** (хлорид калия). Основной компонент хлоркалийевых биополимерных растворов. Калий выступает в роли основного ингибирующего агента, взаимодействующего с частицами глины, попадающими в буровой раствор.

3. **CaCl₂** (хлорид кальция). Используют в буровых растворах на углеводородной основе (РУО); в буровых растворах с высоким (согласно рецептуре) содержанием кальция; для приготовления солевых растворов высокой плотности для заканчивания и капитального ремонта скважин и для снижения точки замерзания буровых растворов на водной основе.



Химические реагенты: Утяжелители и соли

К редко используемым солям относятся:

1. Бромиды (соли бромоводородной кислоты HBr).

На основе бромидов кальция и цинка (CaBr_2 , ZnBr_2) успешно применялись буровые растворы плотностью 1,60-2,20 г/см³, выгодно отличающиеся от традиционных буровых растворов малым содержанием твердой фазы.

Такие растворы обеспечивают относительно высокое качество вскрытия продуктивного пласта и возможность почти полного восстановления проницаемости ПЗП (до 70-90%), но область их применения ограничивается низкой термобарической (Т, Р) устойчивостью и экологической опасностью.

2. Формиаты (соли муравьиной кислоты H-COOH).

Основные преимущества использования формиатов: максимальная плотность до 1,65 г/см³ без использования утяжелителей, высокий ингибирующий эффект, низкий коэффициент трения (в отсутствие смазывающей добавки), увеличение термостабильности бурового раствора, низкий уровень коррозии, полная экологическая безопасность. Недостатки в сложности обеспечения реологических и фильтрационных характеристик.



КОМТЭК

Химические реагенты: Полимерные реагенты

В практике буровых растворов термин Полимерные реагенты применяется, в основном, к органическим полимерам – веществам, обладающим комплексом специфических свойств и состоящим из повторяющихся групп атомов.

Полимерные реагенты используются в буровых растворах:

- для контроля (снижения) фильтрации;
- для регулирования вязкости;
- для стабилизации глин;
- для флокулирования выбуренной породы;
- для повышения несущей способности.

Полимерные реагенты обладают свойством при вводе одного вида реагента улучшать одновременно несколько характеристик (параметров) бурового раствора.



КОМТЭК

Химические реагенты: Полимерные реагенты

Полимерные реагенты можно условно разделить на три основных типа:

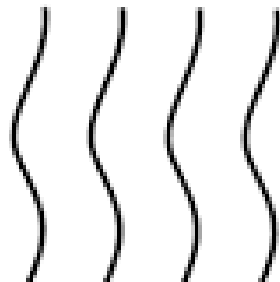
1. Природные (крахмал, ксантановый полимер).
2. Природные модифицированные (карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), полианионная целлюлоза (ПАЦ), карбоксиметилированный крахмал (КМК)).
3. Синтетические (полиакрилат натрия, частично гидролизированный полиакриламид).



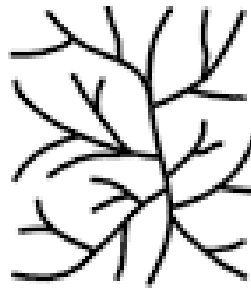
Химические реагенты: Полимерные реагенты

Структура полимеров различна и зависит от особенностей взаимодействия мономеров:

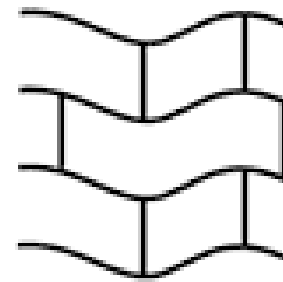
1. Линейная (КМЦ, полиакрилат, частично гидролизированный полиакриламид);
2. Разветвленная (крахмал, КМК, биополимеры);
3. Сшитая (структурированные биополимеры).



Линейная



Разветвленная



Сшитая



КОМТЭК

Химические реагенты: Полимерные реагенты

Факторы, определяющие эффективность полимеров:

1. Концентрация полимера.
2. Химия воды:
 - минерализация;
 - жесткость;
 - pH.
3. Содержание твердых частиц.
4. Температура.
5. Присутствие бактерий.



КОМТЭК

Химические реагенты: Полимерные реагенты

Крахмал

Применяется для контроля фильтрации:

- пресная вода;
- пластовая вода;
- морская вода;
- соленасыщенная вода;
- полимерные системы.

Обработка 11-22 кг/м³.

Факторы, ограничивающие применение

- ферментация;
- высокий уровень кальция, высокий показатель pH;
- сохранение свойств при температурах до 107 °C;
- проблемы контроля качества.



КОМТЭК

Химические реагенты: Полимерные реагенты

Ксантановый биополимер

Применение в качестве загустителя:

- для поддержания взвеси твердой фазы;
- для обеспечения тиксотропии бурового раствора;
- для увеличения вязкости при низкой скорости сдвига.

Эффективен при использовании как в пресной воде, так и в рассолах солей.

Факторы, ограничивающие применение:

- потеря свойств при температурах выше 150 °С;
- высокая стоимость.



КОМТЭК

Химические реагенты: Полимерные реагенты

Модифицированные эфиры целлюлозы

КМЦ (СМС) - Карбоксиметилцеллюлоза

ПАЦ (РАС) – Полианионная целлюлоза

КМК (СМС) – Карбоксиметилированный крахмал

Применение в качестве понизителя фильтрации:
КМЦ, ПАЦ НВ

Применение в качестве загустителя:
КМЦ, ПАЦ ВВ, КМК



Химические реагенты: Полимерные реагенты

Синтетические полимеры

Полиакрилат натрия (ПАН)

Частичногидролизованный полиакриламид (ЧГПА)

Различные сополимеры

Химические реагенты: Полимерные реагенты

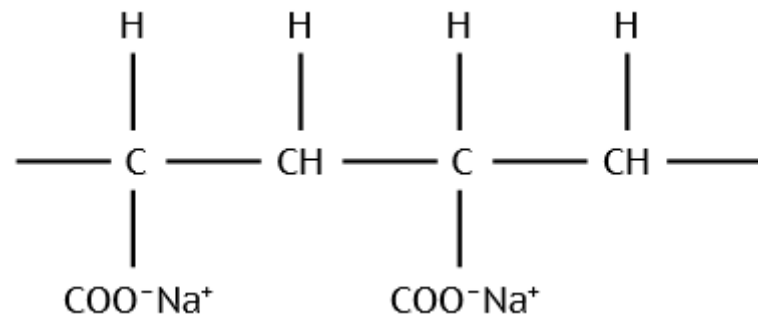
Полиакрилат натрия

Применение в качестве дефлокулянта в пресных буровых растворах.

Концентрации при обработке 0,3-1,5 кг/м³.

Ограничение применения:

- содержание хлоридов > 10 000 мг/л;
- содержание кальция > 400 мг/л;
- высокое содержание твердых частиц;
- температура > 233 °С.





КОМТЭК

Химические реагенты: Полимерные реагенты

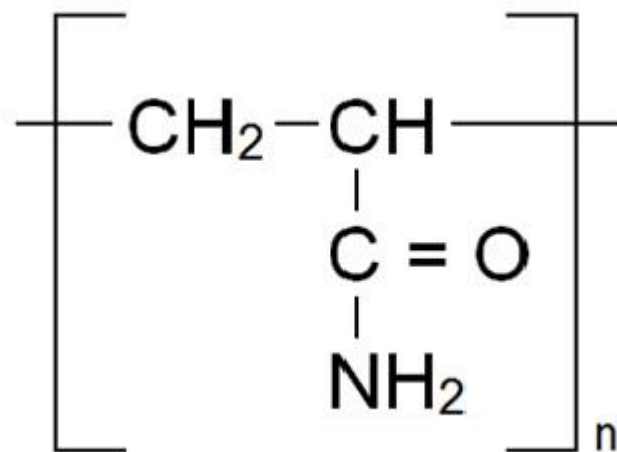
Частично гидролизованный полиакриламид (ЧГПА)

Молекулярная масса > 2 000 000

Может быть как в сухом виде, так и в виде суспензии в минеральном масле.

Применение:

- стабилизация глин;
- ингибирующие свойства;
- загущение водной фазы;
- адсорбция свободной воды;
- смазывающий эффект.



Химические реагенты: Полимерные реагенты

В процессе капсуляции ЧГПА обволакивает глинистые частицы, предотвращая попадание воды в промежуточные глинистые структуры, тем самым предотвращается гидратация и диспергация глин.

Факторы, ограничивающие применение ЧГПА:

- непереносимым условием использования является наличие очистного оборудования для снижения содержания твердой фазы;
- поддержание pH не выше 10,0-10,5;
- попадание в буровой раствор цемента (высокое значение pH и содержание кальция);
- температура выше 150 °C.



КОМТЭК

Химические реагенты: Полимерные реагенты

Сополимеры

К сополимерам ПАН и ЧГПА относятся:

1. Высокомолекулярный и низкомолекулярный ПАН.
2. Высокомолекулярный и низкомолекулярный ПАА.
3. Гидролизованный ПАН (ГиПАН).

Низкомолекулярные полимеры применяются в качестве дефлокулянтов (разжижителей), высокомолекулярные в качестве инкапсуляторов со структурообразующими свойствами.

Гидролизованный ПАН применяется как в пресных, так и в минерализованных буровых растворах.