

Осложнения при бурении в глинистых породах

Глинистые породы наиболее склонны к осложнениям деформационного характера

Бурение в глинистых толщах, обычно сопровождается нарушением устойчивости ствола скважины, осыпанием, обваливанием, выпучиванием горных пород, слагающих стенку скважины.

Это приводит к значительным затратам времени, сил и средств на проработки и восстановление проходимости ствола скважины.

Во многих случаях эти осложнения могут приводить к прихватам бурильного инструмента и геофизических приборов, увеличивая риск аварийной ликвидации скважины, т.е. недополучению искомой информации и невыполнению скважиной своего назначения.

Основные физико-механические свойства глинистых пород

Свойство	Глина пластичная	Глина плотная	Аргиллит	Глинистый сланец
Плотность, кг/м ³	1800-2400	2400-2600	2600-2750	2600-2750
Пористость, %	до 60	до 30	до 15	до 15
Коэффициент Пуассона	0,35-0,45	0,25-0,35	0,25-0,30	0,20-0,25
Модуль Юнга, МПа	<0,25	0,25-0,5	0,5-0,75	0,75-1,0
Категория твердости	1-2	2-3	3-4	3-4
Категория абразивности	2	3	3	4
Коэффициент пластичности	6 - ∞	3-6	1-2	1-2

К глинистым породам относятся также **соляные глины**, содержащие легко растворимые соли (до 25 %). Они приобретают пластичность после насыщения водой.

Признаки разрушения стенок скважины

- увеличение объема шлама на вибросите и размеров выносимых из ствола частиц, кусков породы;
- повышение давления промывочной жидкости на входе в скважину, резкие его колебания из-за затрудненной циркуляции;
- рост крутящего момента на роторе;
- снижение механической скорости проходки;
- повышение плотности, вязкости промывочной жидкости на выходе из скважины;
- увеличение веса на крюке.

Геологические причины неустойчивости глинистых пород

- Значительное отклонение от нормальных (по отношению к глубине) значений:
 - фактической плотности,
 - порового давления,
 - влажности,
 - гидратационной способности,
 - минерализации поровой воды.
- Присутствие в разрезе слабосцементированных, высокопластичных или легкорастворимых пород.

Технологические причины неустойчивости глинистых пород

- сверхнормативное отклонение параметров промывочной жидкости от проектных значений;
- несоответствие компоновки бурильной колонны, бурильного инструмента, долот физико-механическим свойствам пород;
- недостаточная очистка промывочной жидкости от шлама при промывке скважины;
- чрезмерно высокая скорость восходящего потока бурового раствора;
- гидравлический удар при спуске колонны бурильных труб;
- значительное поршневание при подъеме колонны бурильных труб;
- оставление бурильной колонны длительное время без движения и циркуляции промывочной жидкости;
- значительная вибрация колонны бурильных труб;
- оставление ствола скважины длительное время не обсаженным.

Основным показателем физико-механических свойств глинистых горных пород, определяющим устойчивость стенки ствола скважины, является **плотность**

$$\rho_H = \rho_M - (\rho_M - \rho_0)e^{-\alpha H}$$

где ρ_H – плотность нормально уплотнённых глин, г/см³ ;

ρ_M – средняя плотность глинистых минералов, 2,78 г/см³;

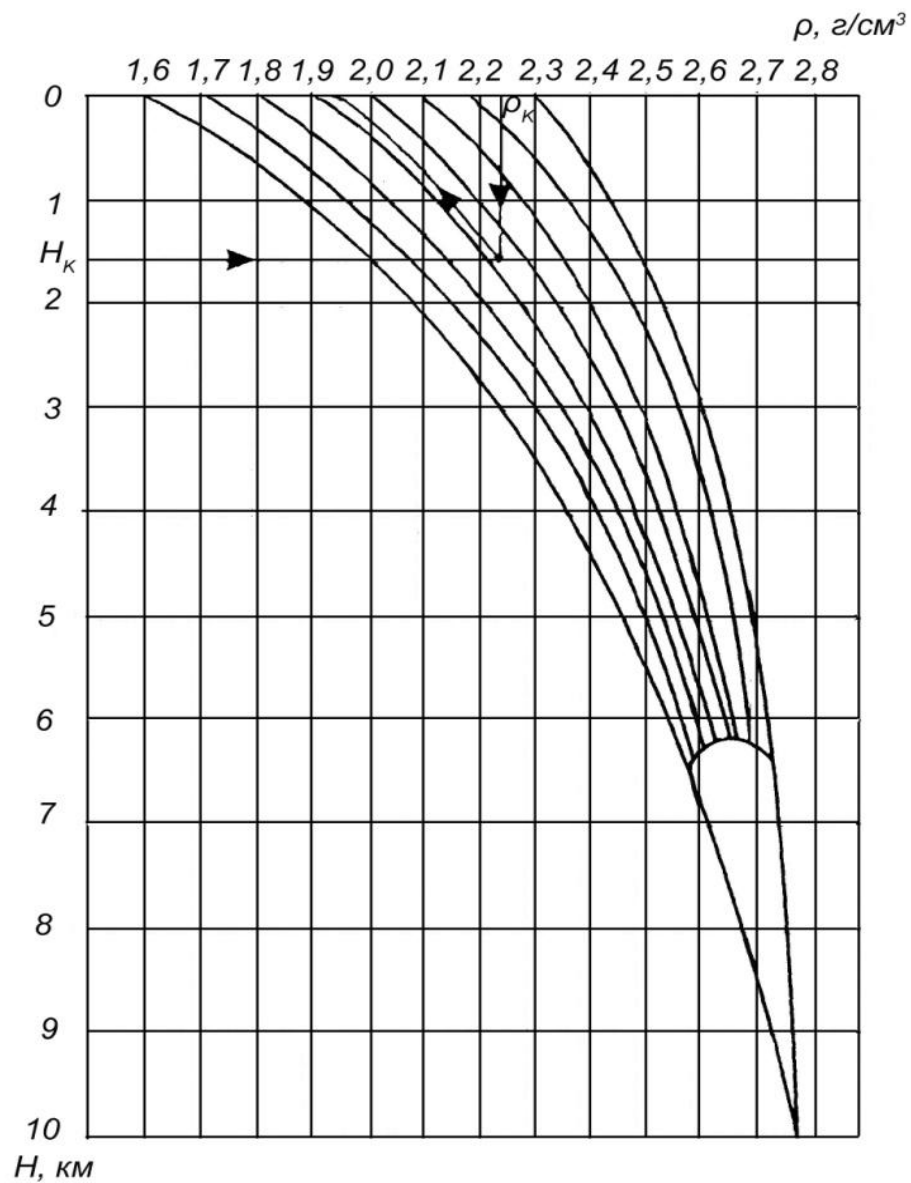
ρ_0 – начальная плотность глин на глубине, условно принимаемой за нулевую, г/см³;

e – основание натурального логарифма, $e = 2,72$;

H – глубина залегания глин, км;

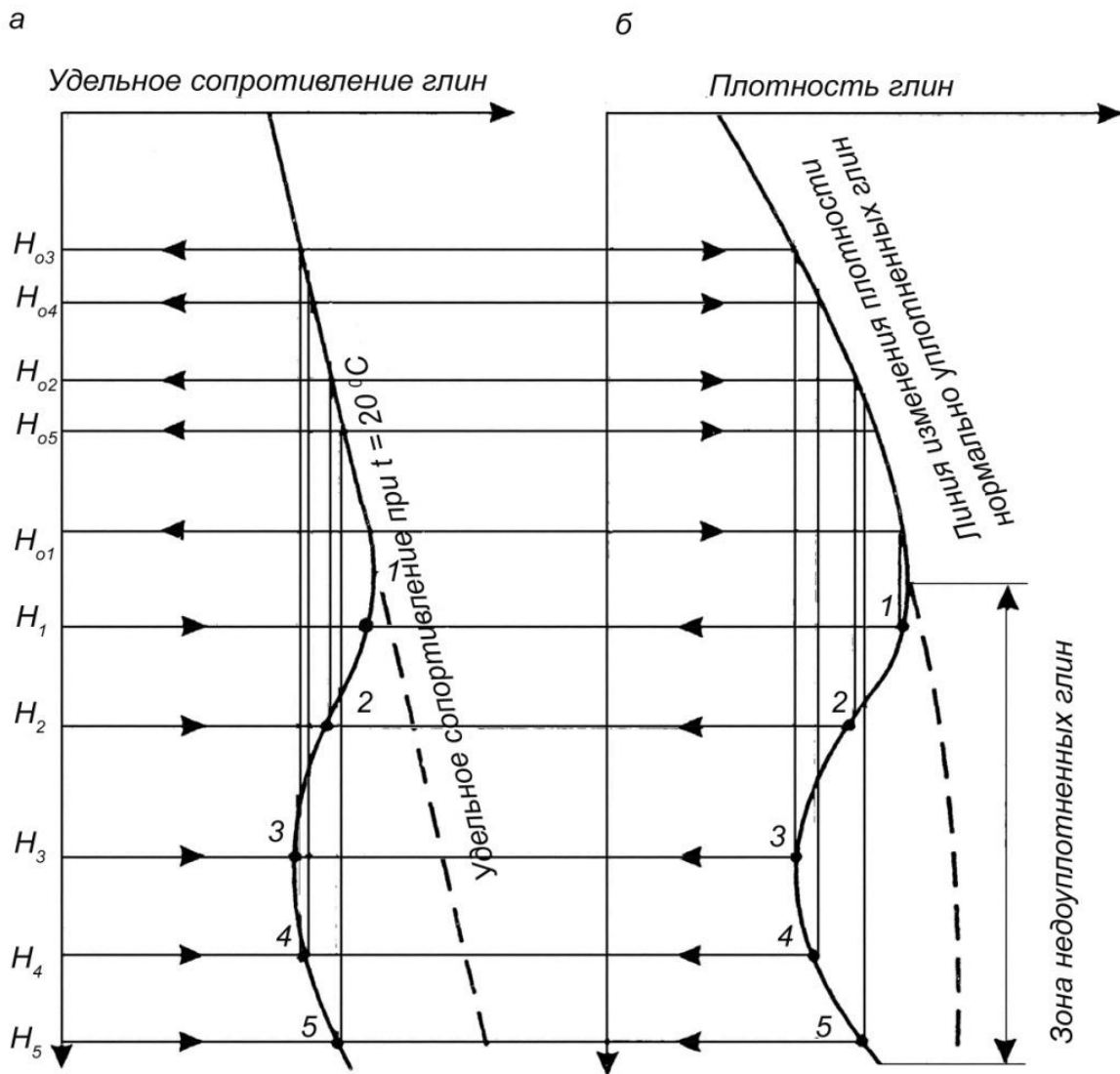
α – показатель степени, зависящий от значения ρ_0 , км⁻¹.

Изменение плотности глин ρ с глубиной H

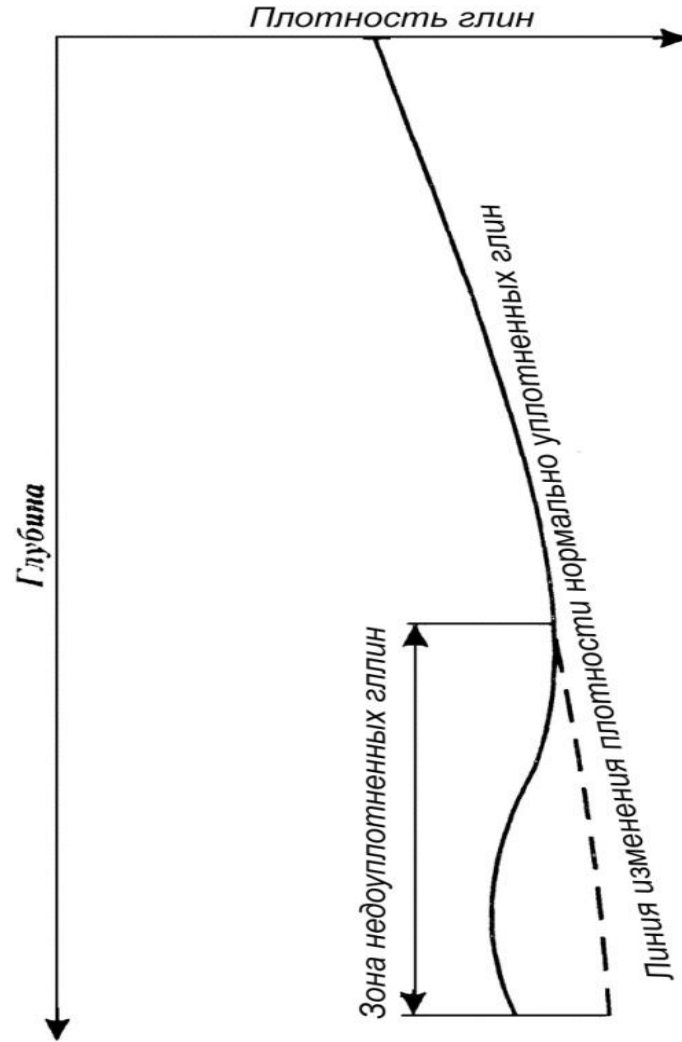


Изменение фактической плотности глинистых пород

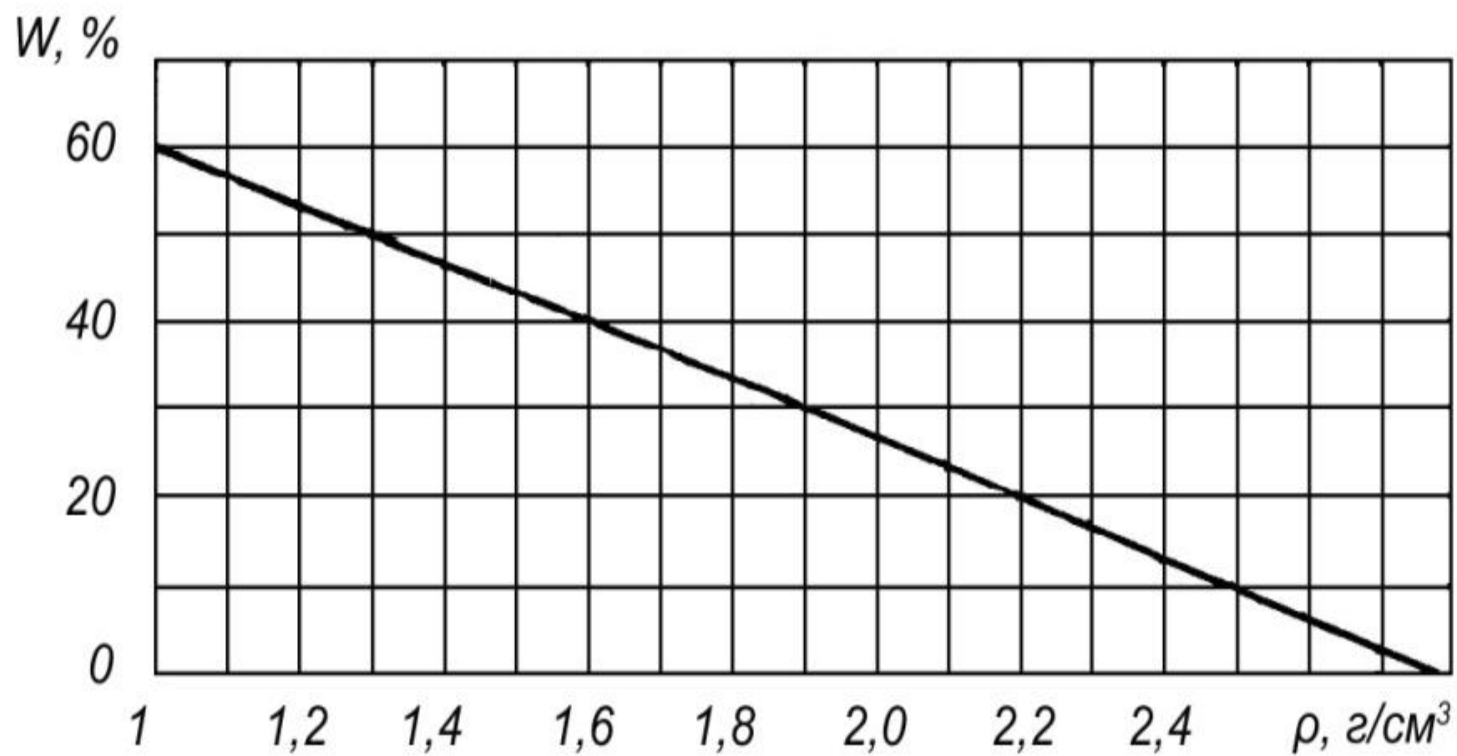
по геофизическим данным



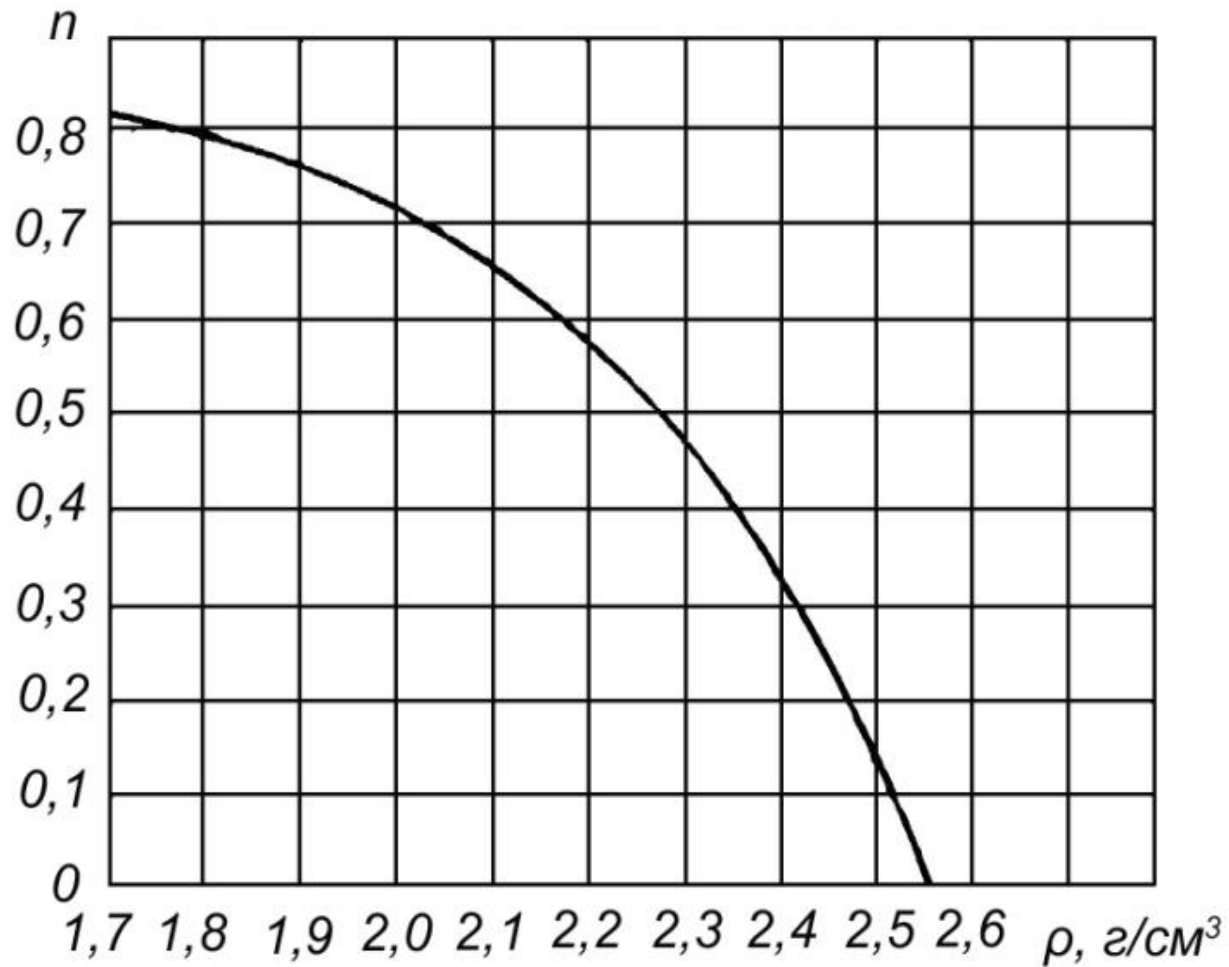
Зависимость фактической плотности глин от глубины залегания



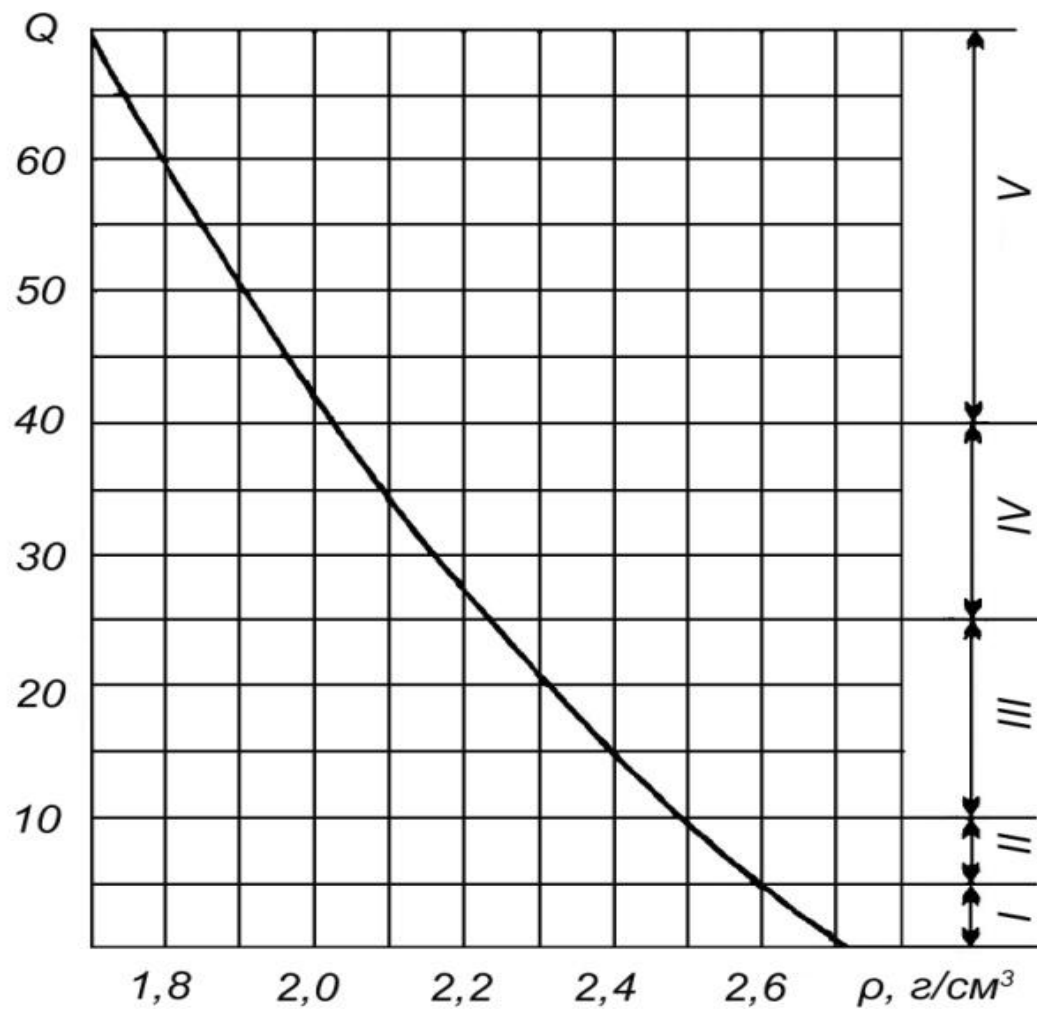
Зависимость влажности глин от их плотности



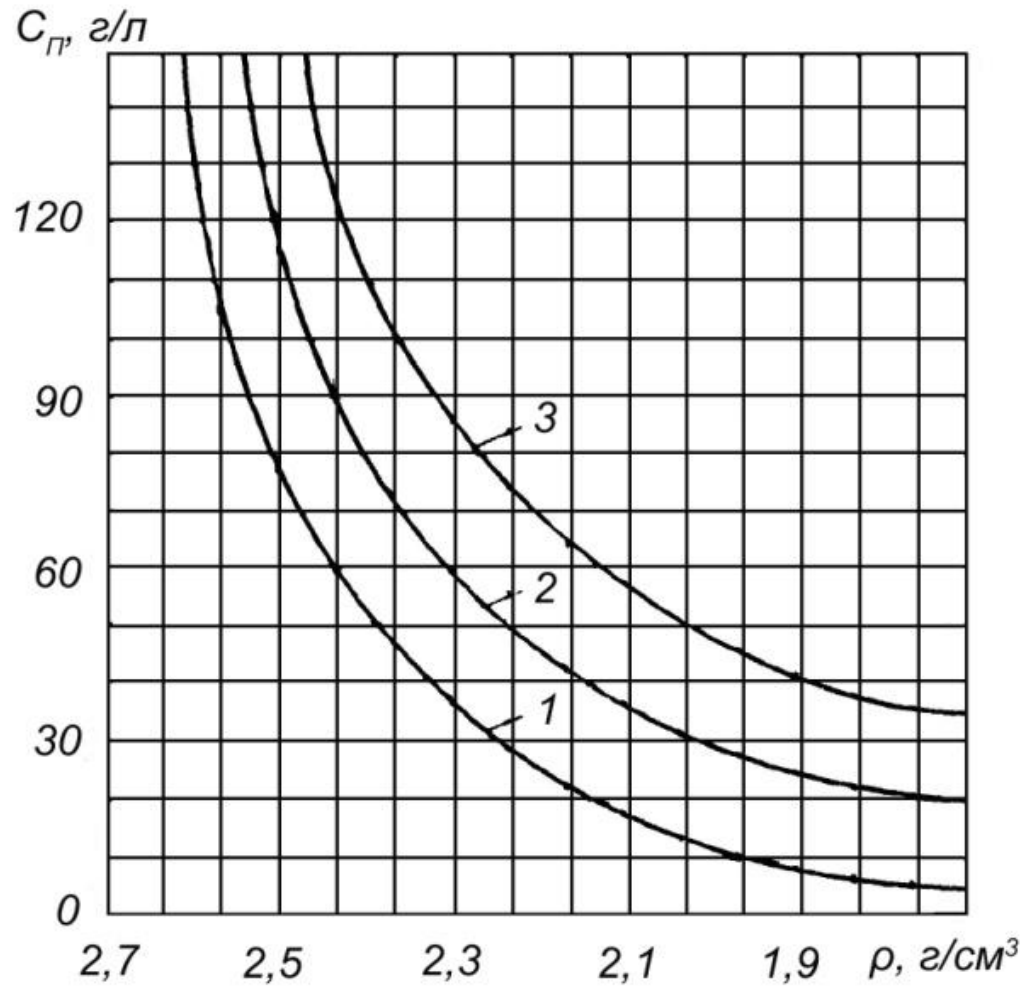
Зависимость доли активной влажности глин от их плотности



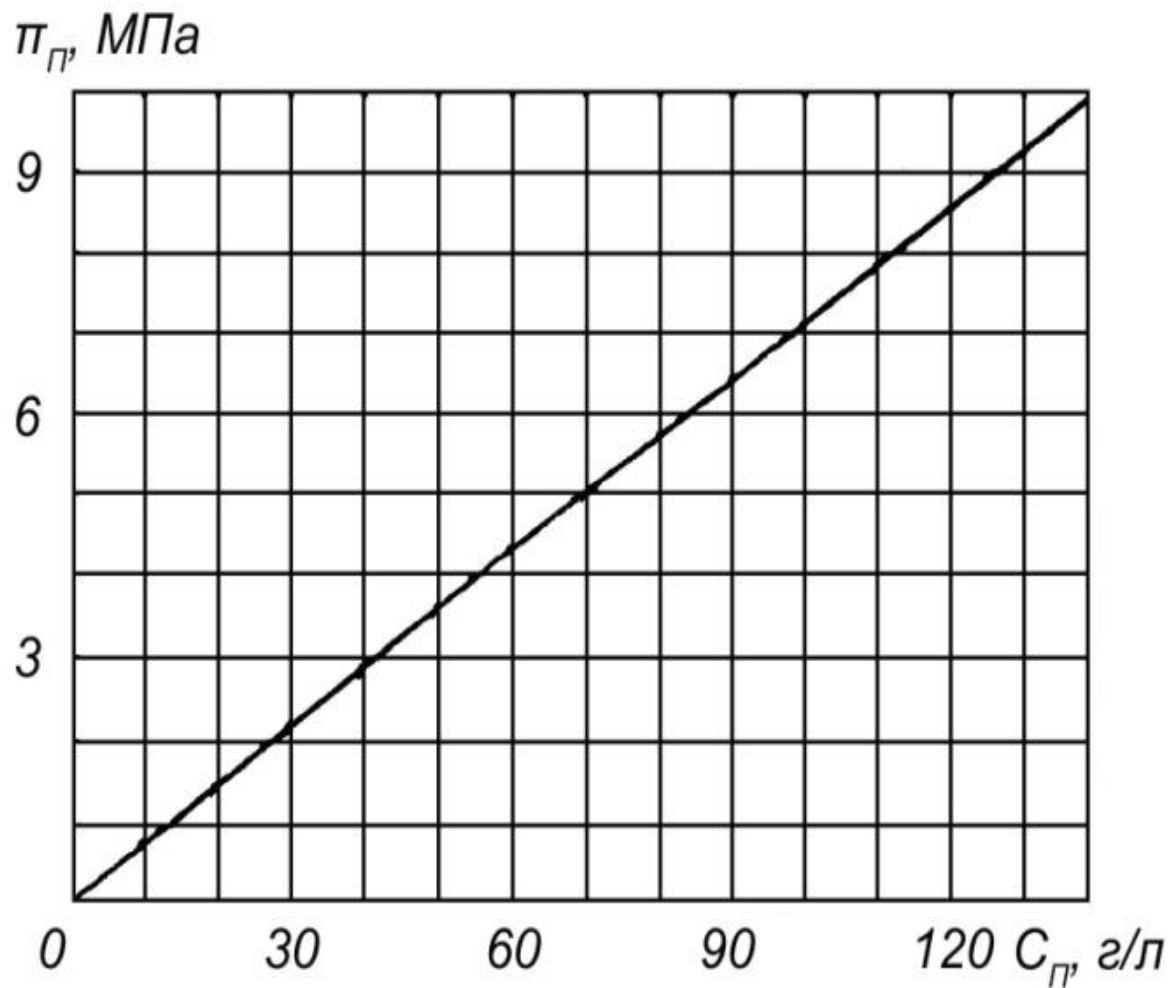
Зависимость гидратационной способности глин от их плотности



Зависимость минерализации поровой воды глинистых пород от их плотности



Зависимость осмотического давления от минерализации поровой воды



Показатель устойчивости
и гидратационная способность
глинистых пород

$$\alpha = \frac{\rho}{\rho_H}$$

$$Q = \frac{100}{0,31\rho} - 120$$

Классификация глинистых пород по показателям устойчивости

Класс, или категория устойчивости	Показатель устойчивости a	Гидратационная способность Q	Поведение пород при бурении
I	1–0,950	< 5	Практически устойчивы
II	0,949–0,900	5–10	Подвержены незначительным осыпям, процесс бурения не нарушается
III	0,899–0,850	10–25	Заметные осыпи, требующие периодических проработок ствола скважины
IV	0,849–0,800	25–40	Значительные осыпи, приводящие к посадкам и затяжкам при движении колонны бурильных труб и повышению давления при промывках ствола скважины
V	< 0,799	> 40	Сильные осыпи, обвалы, требующие систематических проработок интервалов залегания глин; возможна частичная потеря

Выбор типа бурового раствора

Класс, или категория устойчивости	Значение показателя устойчивости a	Гидратационная способность глин Q	Тип бурового раствора
I	1–0,950	5	Глинистый раствор на водной основе или технической воде, безглинистый
II	0,949–0,900	5–10	Глинистый раствор с ограничением водоотдачи, лигносульфонатный
III	0,899–0,850	10–25	Известковый, нефтеэмульсионный, силикатный, каинитовый, лигносульфонатный, естественно-минерализованный
IV	0,849–0,800	25–40	Хлоркалийевый, хлоркальциевый, нефтеэмульсионный, силикатный, соленасыщенный, алюминатный, малоглинистый, гипсовый, известково-битумный (ИБР)
V	$\leq 0,799$	> 40	Хлоркалийевый, хлоркальциевый, соленасыщенный, алюминатный, малоглинистый, алюминатный (минерализованный), ИБР, высоко-

Выбор типа и свойств бурового раствора

Выбранные тип и показатели свойств бурового раствора должны обеспечить устойчивое состояние ствола скважины на время, технологически необходимое для бурения и крепления интервала под спуск очередной обсадной колонны.

Изменение естественной влажности пород (**время увлажнения**), от которого зависит время их устойчивого состояния, является следствием физико-химического взаимодействия с фильтратом бурового раствора в процессе бурения. Кроме того, значительное влияние на время устойчивого состояния глинистых пород оказывает воздействие таких технологических факторов, как пульсация давления бурового раствора в результате спускоподъемных операций, продавок, наращивания и проработок, эрозионное разрушение стенок скважин потоком бурового раствора и т. д.