Задача 1. Рассчитать минимальный дебит обводненной газовой скважины без образования на забое водяной и конденсатной пробки для следующих условий: $d_{вн}$ = 0,062 м; $P_{заб}$ = 16 МПа; $T_{заб}$ = 330 К; $z_{заб}$ = 0,83.

Пояснение. Минимальный дебит газовой скважины (в м^3/сут), при котором не образуется на забое жидкостная пробка, рассчитывают по формуле (при глубине спуска подъемника до забоя):

$$V_{г\,min} = 86400 \cdot \frac{v_{г\,min} \cdot T_{СТ} \cdot P_{заб} \cdot \pi \cdot d_{вн}^2}{4 \cdot 0{,}1 \cdot z_{заб} \cdot T_{заб}},$$

где $v_{г\,min}$ – минимальная скорость газа, при которой не образуется пробка воды или конденсата, м/с; $T_{СТ}$ – температура при стандартных условиях, 293 К; $P_{заб}$ – забойное давление, МПа; $d_{вн}$ – внутренний диаметр НКТ, м; $z_{заб}$ – коэффициент сжимаемости газа при забойных условиях; $T_{заб}$ – температура на забое, К.

Минимальная скорость газа (в м/с), при которой не образуется пробка воды:

$$v_{гв\,min} = \frac{1{,}23 \cdot (45 - 0{,}45 \cdot P_{заб})^{0{,}25}}{\sqrt{0{,}45 \cdot P_{заб}}},$$

а минимальная скорость газа (в м/с), при которой не образуется пробка конденсата

$$v_{гк\,min} = \frac{1{,}71 \cdot (67 - 0{,}45 \cdot P_{заб})^{0{,}25}}{\sqrt{0{,}45 \cdot P_{заб}}}.$$

Решение. Вычисляем минимальную скорость газа, при которой не происходит осаждения водяных капель:

$$v_{гв\,min} = \frac{1{,}23 \cdot (45 - 0{,}45 \cdot 16)^{0{,}25}}{\sqrt{0{,}45 \cdot 16}} = 1{,}14 \text{ м/с}.$$

Вычисляем минимальную скорость газа, при которой весь конденсат выносится на поверхность:

$$v_{гк\,min} = \frac{1{,}71 \cdot (67 - 0{,}45 \cdot 16)^{0{,}25}}{\sqrt{0{,}45 \cdot 16}} = 1{,}77 \text{ м/с}.$$

Рассчитываем минимальный дебит газа по минимальной скорости воды:

$$V_{г\,min} = 86400 \cdot \frac{1{,}14 \cdot 293 \cdot 16 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}062^2}{4 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}83 \cdot 330} = 50871 \text{ м}^3\text{/сут}.$$

Рассчитываем минимальный дебит газа по минимальной скорости конденсата:

$$V_{г\,min} = 86400 \cdot \frac{1{,}77 \cdot 293 \cdot 16 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}062^2}{4 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}83 \cdot 330} = 78983 \text{ м}^3\text{/сут}.$$

Сравнивая результаты расчета дебита газа по воде и конденсату отмечаем, что при прочих неизменных условиях полный вынос конденсата возможен при более высоких дебитах газовой скважины, чем полный вынос воды. Следовательно, минимальный дебит газа для скважины должен быть 79 тыс.м^3/сут.

Задача 2. Оценить запасы газа при имеющихся условиях S=100 тыс.м2, h=10 м, m=0,2, Кг= 0,6, Вг=0,005.

Пояснение. Подсчет запасов газа объемным методом оценивается по основной формуле:

$$Qг= S*h*m*Кг*Кр*Кт,$$

где Qг – промышленные запасы газа на дату расчета, $м^3$; S – площадь в пределах продуктивного контура газоносности, $м^2$; h – мощность пористой части газоносного пласта, м; m – коэффициент пористости, д.ед.; Кг - коэффициент газонасыщенности, д.ед.; Кр и Кт – поправки на пластовое давление и пластовую температур, д.ед..

Поскольку дополнительных исходных данных для оценки поправок нет, можно оценить запасы в первом приближении зная пересчетный коэффициент:

$$Qг= S*h*m*Кг*Өг, \text{ где } Өг=1/Вг,$$

где Өг – пересчетный коэффициент газа, д.ед.; Вг – объемный коэффициент газа, д.ед.

Решение. Sг=100*10*0,2*0,6/0,005=24 000 тыс.$м^3$=24 млн.$м^3$

Задача 3. Объем 1 моля газа при условиях (0,101325 МПа и 293°К) равен:

Пояснение. Согласно закону Авогадро, одинаковые количества газов при одинаковых условиях занимают одинаковый объем. Молярный объем идеального газа рассчитывается из уравнения состояния идеального газа (уравнение Клапейрона-Менделеева):

$$V = nRT/P,$$

где n – число молей газа; P – давление газа, в атм; V – объем газа, л; T – температура газа, ^{o}К; R – газовая постоянная (8,314 Дж /моль·^{o}К).

При этом 1 л = 1 дм^{3}

Решение. V =1* 8,314*293/0,101325=24041 м^{3}=24,04 дм^{3}.

Задача 4. Оценить запасы газа при имеющихся условиях S=100 тыс.м^2, h=10 м, m=0,2, Кг= 0,5, Рпл нач=242 атм, Рпл кон=2,5 атм, Тпл=80 °С, коэф-т сжимаемости=0,8 д.ед.

Пояснение. Подсчет запасов газа объемным методом оценивается по основной формуле:

$$Qг= S*h*m*Кг*Кр*Кт,$$

где Qг – промышленные запасы газа на дату расчета, м^3; S – площадь в пределах продуктивного контура газоносности, м^2; h – мощность пористой части газоносного пласта, м; m – коэффициент пористости, д.ед.; Кг - коэффициент газонасыщенности, д.ед.; Кр и Кт – поправки на пластовое давление и пластовую температур, д.ед., при этом

$$Кр = \frac{(P_{нач} \times \alpha_{нач} - P_{кон} \times \alpha_{кон})}{(P_{ст})}$$

$$Кт = \frac{T_0 + t_{ст}}{T_0 + t_{пл}}$$

где Pнач - начальное пластовое давление, МПа; $\alpha_{нач}$ - поправка за отклонение от идеального газа (начальные условия), д.ед.; Pкон -конечное пластовое давление, МПа; $\alpha_{кон}$ - поправка за отклонение от идеального газа (конечные условия), д.ед.; Pст - величина стандартного давления, МПа; $T0$ - абсолютная температура, равная 273 °С; $t_{ст}$ - значения стандартной температуры, 20 °С; $t_{пл}$ - температура пласта, °С.

Решение.

Qг=100*10*0,2*0,5*(242/0,8-2,5)/1*(273+20)/(273+80)=24 901 тыс.м^3=24,9 млн.м^3

Задача 5. Оценить запасы газа при разработке на режиме истощения при имеющихся условиях

Замер 1:

накопленная добыча газа =10 млн.м3
пластовое давление =16 МПа
коэффициент сжимаемости = 0,9 д.ед.

Замер 2:

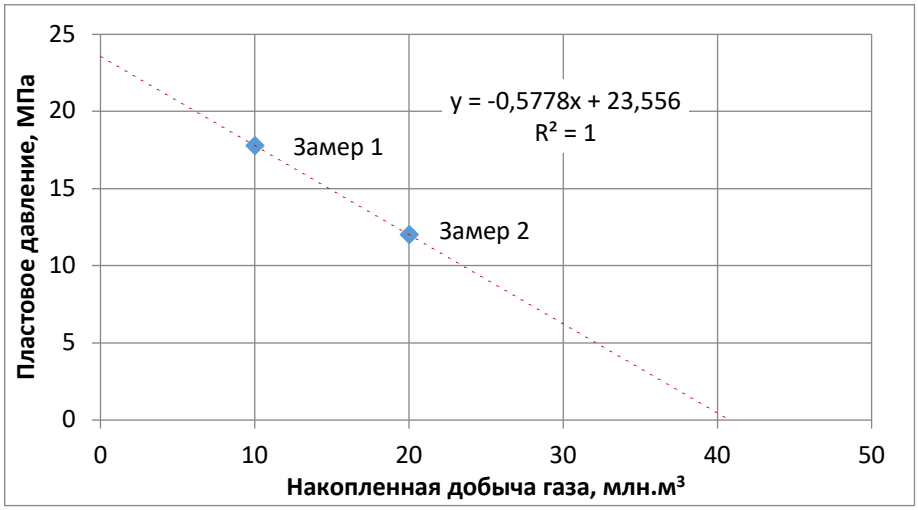
накопленная добыча газа =20 млн.м3
пластовое давление =8,4 МПа
коэффициент сжимаемости = 0,7 д.ед.

Пояснение. В целом для режима истощения характерны высокие темпы снижения пластового давления, по линейной зависимости.

Для решения необходимо построить линейный график зависимости накопленной добычи газа от пластового давления с учетом изменения коэффициента сжимаемости по двум точкам. Пересечение линейного тренда с осью X и будет являться накопленным отбором газа при истощении пластового давления.

Решение.

	Рпл	Z	Рпл/Z	Накопленная добыча
Замер 1	16	0,9	17,8	10
Замер 2	8,4	0,7	12	20



Точное значение можно получить решением линейного уравнения по имеющейся зависимости, при значении X=0 (Рпл=0).

-0,5778x+23,556=0

x=-23,556/-0,5778

x=40,8

Таким образом, запасы газа при разработке на режиме истощения составят 41 млн.м^3