Лекция 4

Поведение газа в скважине

4.1. Некоторые свойства газов

- Природный газ состоит в основном (до 90 %) из метана и небольшого количества тяжелых углеводородов.

Фракционный состав газа (в числителе – % по объему, в знаменателе – по массе)

Номер скважины	Дата отбора	Интервал перфорации, м	Плотность газа по воздуху	Компоненты						
				Углекислота	Азот	Метан	Этан	Пропан	Бутан (изо+нормальные)	Пентан+ +высшие
1	13/*V	1276–1286	0,578	0,20/0,53	1,0/1,67	97,42/94,2	0,35/0,63	0,21/0,55	0,09/0,31	0,58/2,62
1	13/IV	1276–1286	0,575	–/–	1,0/1,68	97,4/93,5	0,77/1,39	0,09/0,23	0,12/0,41	0,62/2,79
5	18/I–	1799–1821	0,615	4,04/9,96	–/–	92,8/83,2	2,41/4,05	0,17/0,42	0,09/0,29	0,49/2,06
7	19/VII	1972–1965	0,639	3,04/8,07	2,5/3,78	91,34/78,9	2,25/3,64	0,18/4,28	Следы/Следы	0,33/1,34
7	19/VII–	1972–1965	0,607	0,51/1,27	1,6/2,61	93,69/85,1	2,39/4,07	0,21/0,52	0,25/0,82	1,31/5,51
11	25/VI–	1662–1642	0,632	0,30/0,72	2,1/3,21	90,22/78,79	4,64/7,60	0,71/1,70	0,36/1,14	1,67/6,84
12	10/VII	1728–1712	0,627	0,50/1,21	1,11/1,71	90,88/79,92	4,72/7,78	1,12/2,71	0,23/0,73	1,44/5,94
8	9/IX	1747–1765	0,625	0,20/0,48	1,81/2,80	90,77/80,15	4,28/7,09	1,35/3,28	0,42/1,35	1,17/4,85
8	25/VIII	1765–1759	0,633	0,51/1,22	1,63/2,48	89,95/78,43	4,91/8,03	1,30/3,12	0,24/0,70	1,46/5,96
2	19/VI	–	0,638	0,50/1,19	3,00/4,54	88,50/76,54	5,02/8,14	1,26/2,99	0,39/1,22	1,33/5,38
14	24/X	–	0,620	0,30/0,73	2,40/3,78	90,59/80,56	4,37/7,30	1,10/2,69	0,18/0,58	1,06/4,41
18	26/V	I объект*	0,622	0,80/1,95	1,80/2,79	91,04/80,76	4,04/6,72	1,06/2,59	0,05/0,16	1,21/5,03
18	3/VI–	II объект	0,616	0,61/1,50	1,31/2,06	92,24/82,68	4,02/6,76	0,76/5,59	0,05/0,71	1,01/4,24
35**	29/X–	1656–1690	0,625	0,30/0,73	2,40/3,71	90,47/79,92	0,36/7,22	0,98/2,38	0,14/0,451	1,35/5,59
40	17/III–	1700–1682	0,629	0,30/0,73	2,51/3,05	89,4/78,46	4,70/7,73	1,47/3,55	1,02/3,25	0,59/2,43

* H_2S – 0,0001 % (по объему).

** Условия отбора: циклонный сепаратор, p_c = 3,5 МПа; в остальных скважинах – буфер.

Физическая характеристика некоторых газов

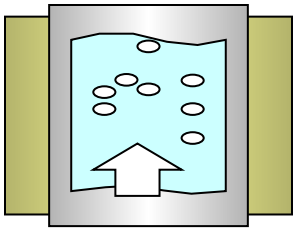
Газ	Химическая формула	Относительная молекулярная масса	Молярный объем при 0 °С и 0,1 МПа, м³/кмоль	Плотность при 0 °С, кг/м³	Относительная плотность по воздуху	Газовая постоянная (удельная), Дж/(кг·К)
н-бутан	C_4H_{10}	58,124	21,50	2,703	2,081	145,9
Изобутан	C_4H_{10}	58,124	21,78	2,668	2,064	145,9
Бутилен	C_4H_8	56,108	(22,40)	(2,50)	(1,93)	151,1
Водяной пар	H_2O	18,016	(23,45)	(0,768)	0,5941	470,6
Воздух (без CO_2)	–	28,960	22,40	1,2928	1,0000	292,7
Метан	CH_4	16,043	22,38	0,7168	0,5565	529,5
Окись углерода	CO	28,011	22,41	1,2500	0,9669	302,6
Пентан	C_5H_{12}	72,151	–	3,221	2,491	117,4
Пропан	C_3H_8	44,097	21,84	2,019	1,562	192,3
Пропилен	C_3H_6	42,071	21,98	1,915	1,481	201,5
Сероводород	H_2S	34,082	22,14	1,5392	1,1906	248,9
Этан	C_2H_6	30,070	22,18	1,3566	1,049	281,9
Этилен	C_2H_4	28,054	22,25	1,2604	0,9750	302,6

Как известно, газ может находиться в скважине:

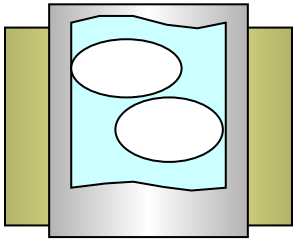
- *в растворенном состоянии;*

- *в виде пузырьков, находящихся в покое относительно жидкости (не всплывает самостоятельно).*

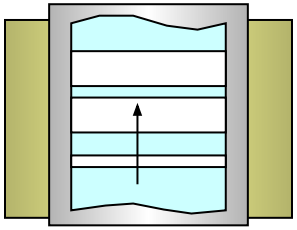
- *виде пузырьков, размер которых значительно мал относительно общего объема жидкости (пузырьковый режим всплытия);*



! - в виде пузырей, диаметр которых соизмерим с диаметром трубы («снарядный» режим всплытия);



! -кольцевой режим, где газ занимает все сечение затрубного пространства, что характерно для выброса и фонтана.



4.2. Уравнение состояния газа

- Возможны следующие процессы изменения состояния газа:

1. **Изохорный** (V = const.)
2. **Изобарный** (P = const.)
3. **Изотермический** (T =const.) Чаще используется в решении задач механики газороявлений при НГВП
4. **Адиабатный** (без теплообмена с окружающей средой).
5. **Политропный** (обобщающий процесс).

Связь между объемом и давлением при **изотермическом** процессе устанавливается законом **Бойля – Мариотта:**

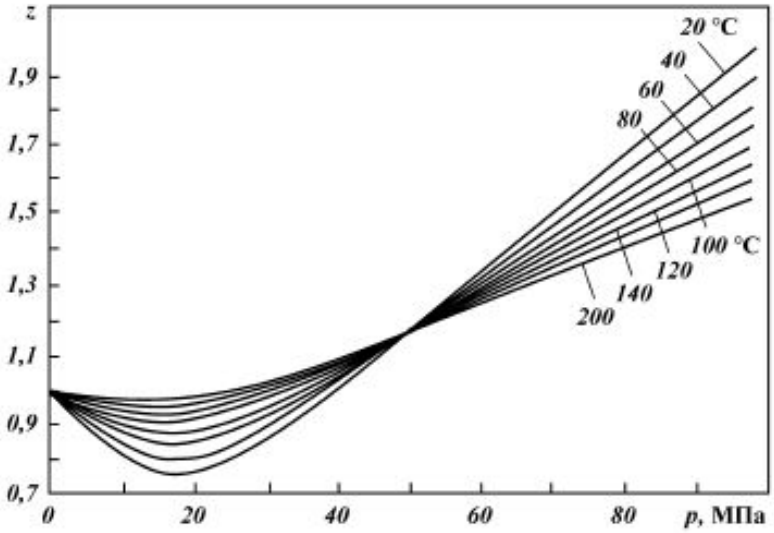
$$PV = const.; \quad \rightarrow \quad V_1P_1 = V_2P_2$$

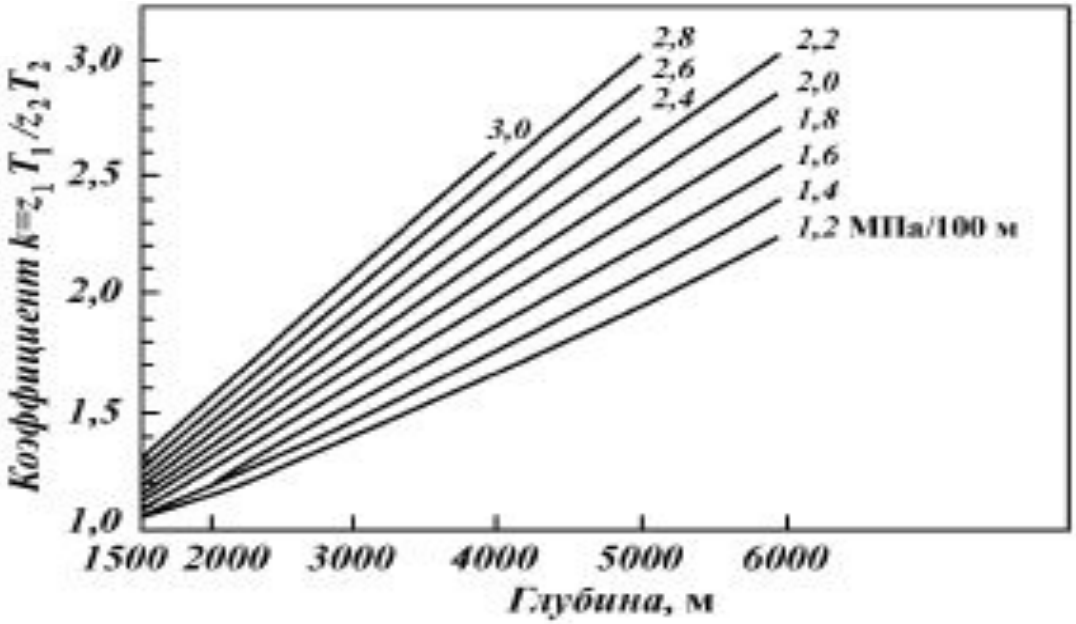
Основное характеристическое уравнение состояния газа определяется законом **Клайперона:**

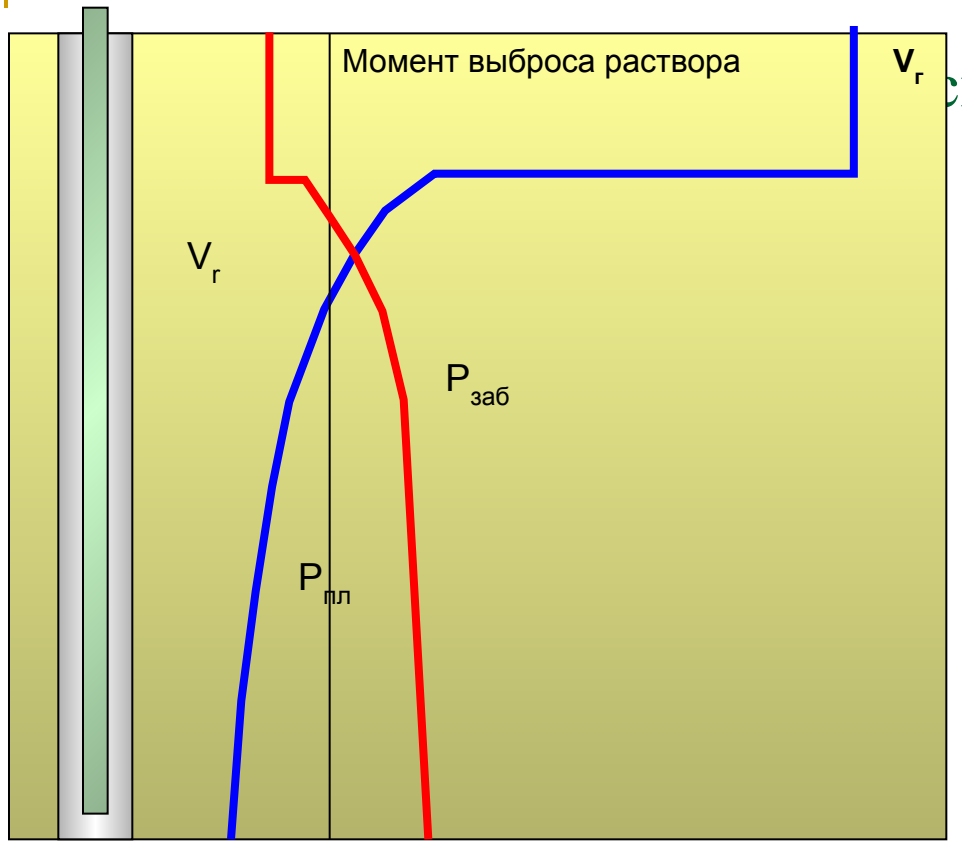
$$PV = n \cdot z \cdot R \cdot T; \quad \rightarrow \quad V_1P_1/z_1\,T_1 = V_2P_2/\,z_2\,T_2; \quad \rightarrow \quad V_1P_1 = kV_2P_2$$

где: n-число молей вещества; z-коэффициент сжимаемости газа; R – универсальная газовая постоянная (R=8,314 Дж/к-моль); T-температура, К

Номограммы для определения (z) и (k)







скважине

- Скорость всплытия газа в открытой скважине зависит от режима всплытия.
  - для пузырькового режима от 300 до 350 м/час,
  - для снарядного режима - от 600 до 900 м/час.

Пример (при открытом устье скважины) :

Объем газовой пачки на забое, м3	1,25	1,65
Скорость всплытия пачки газа, м/ч	340	376

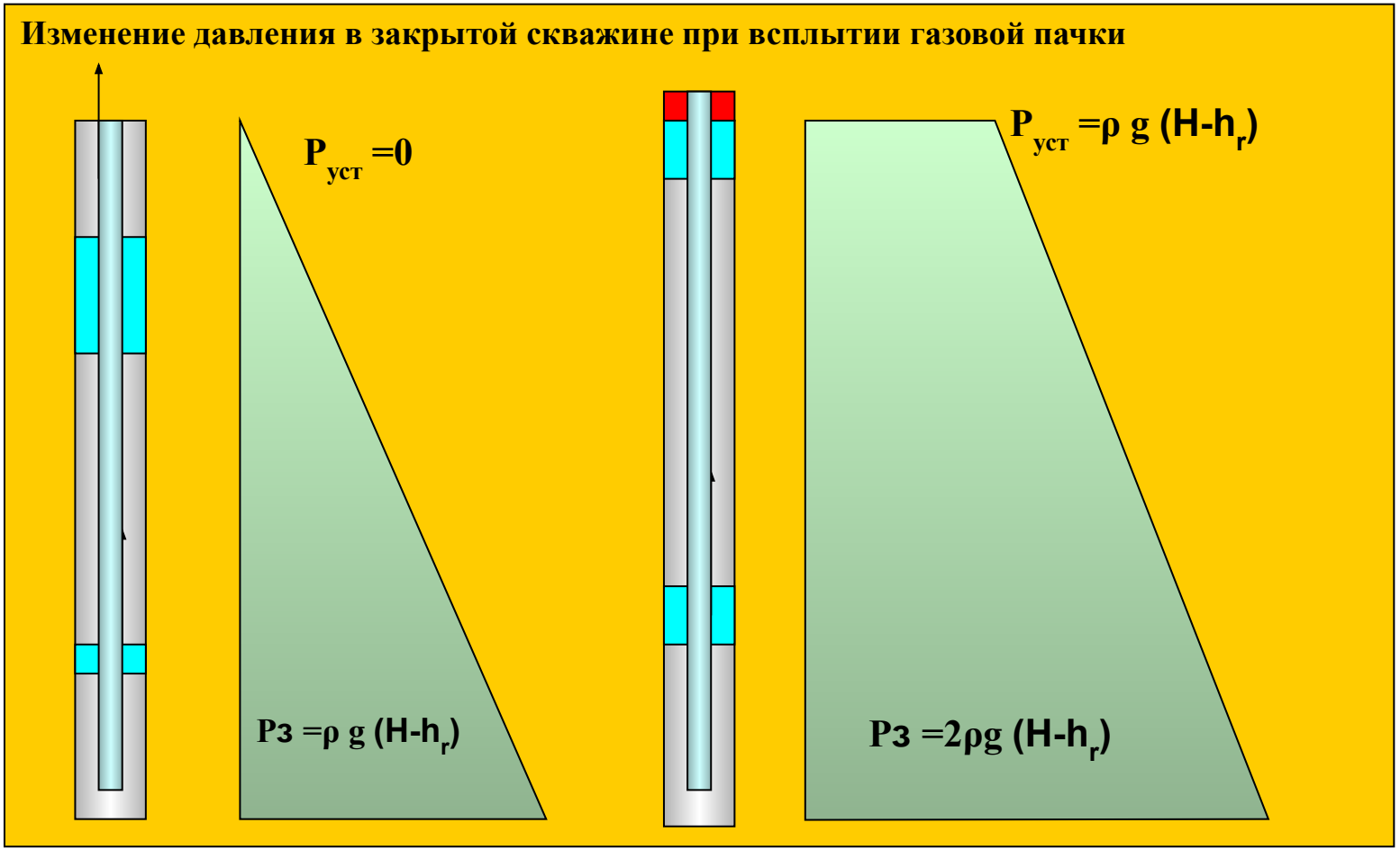
Скорость движения газа при закрытом устье

$$V = \Delta P/\rho g\ t;$$

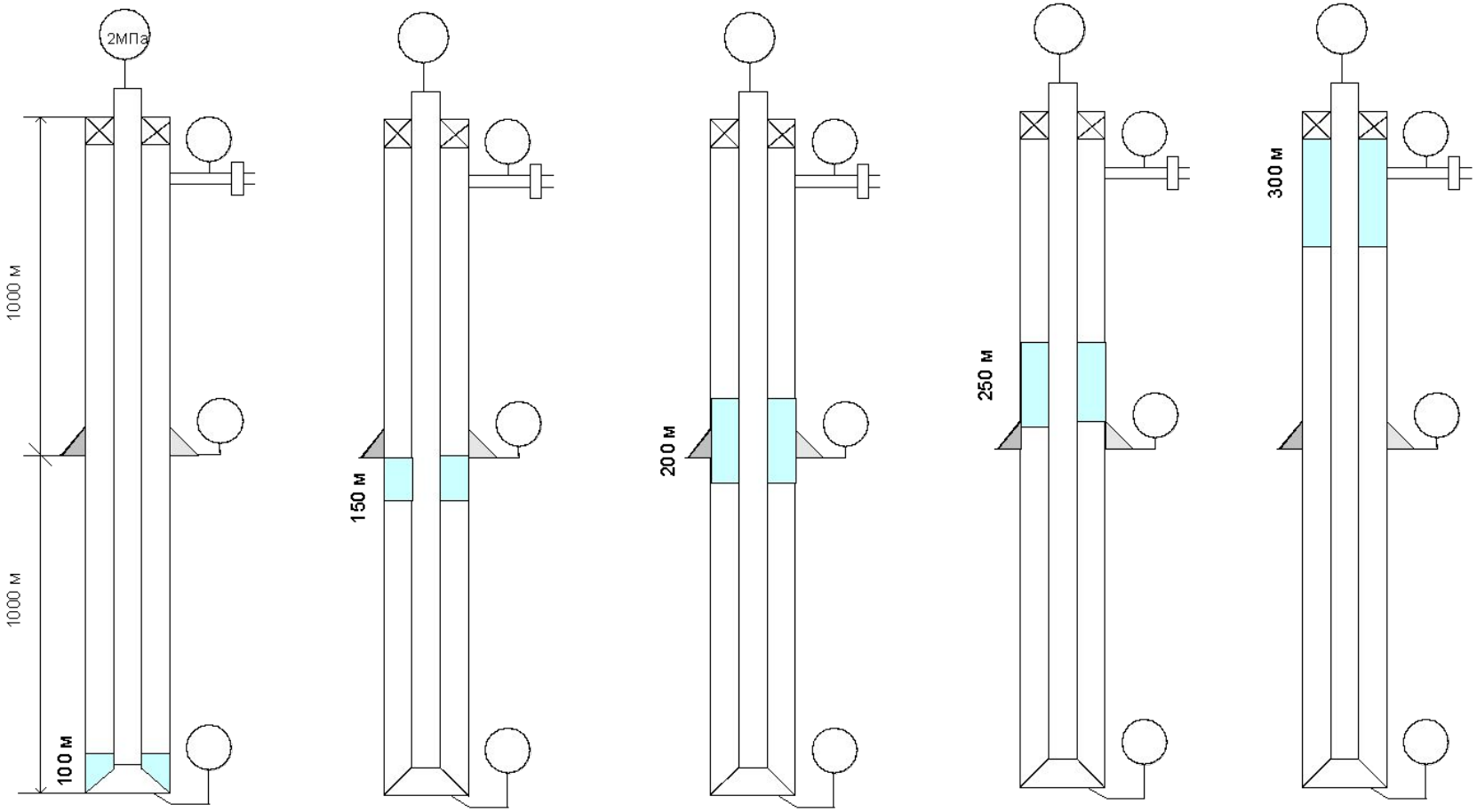
ΔP -приращение давления на устье за время t, Па; ρ – плотность БПЖ, кг/м^3

Глубина,м ……	3500	3000	2000	1000	500	300	200
Объем газа, м^3……	0,23	0,29	0,51	0,70	2,24	3,5	выброс
Снижение $P_{пл,}$ МПа……	0,25	0,30	0,35	0,74	1,52	2,4	-

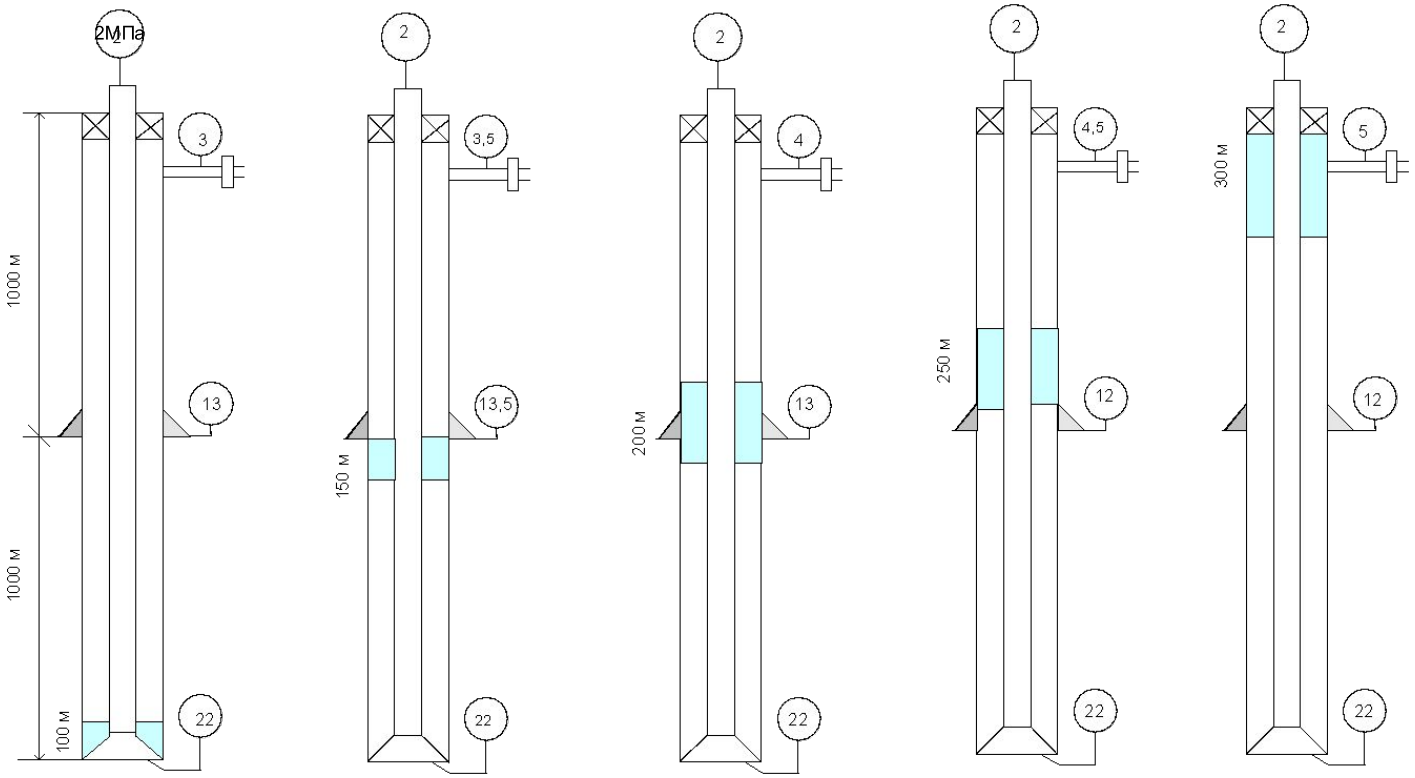
4.3.Инверсия газа в скважине при ГНВП



4.4. Изменение давления в открытой скважине при всплытии газа



* Удельный вес БПЖ =1000 кг/м^3



* Удельный вес БПЖ =1000 кг/м^3