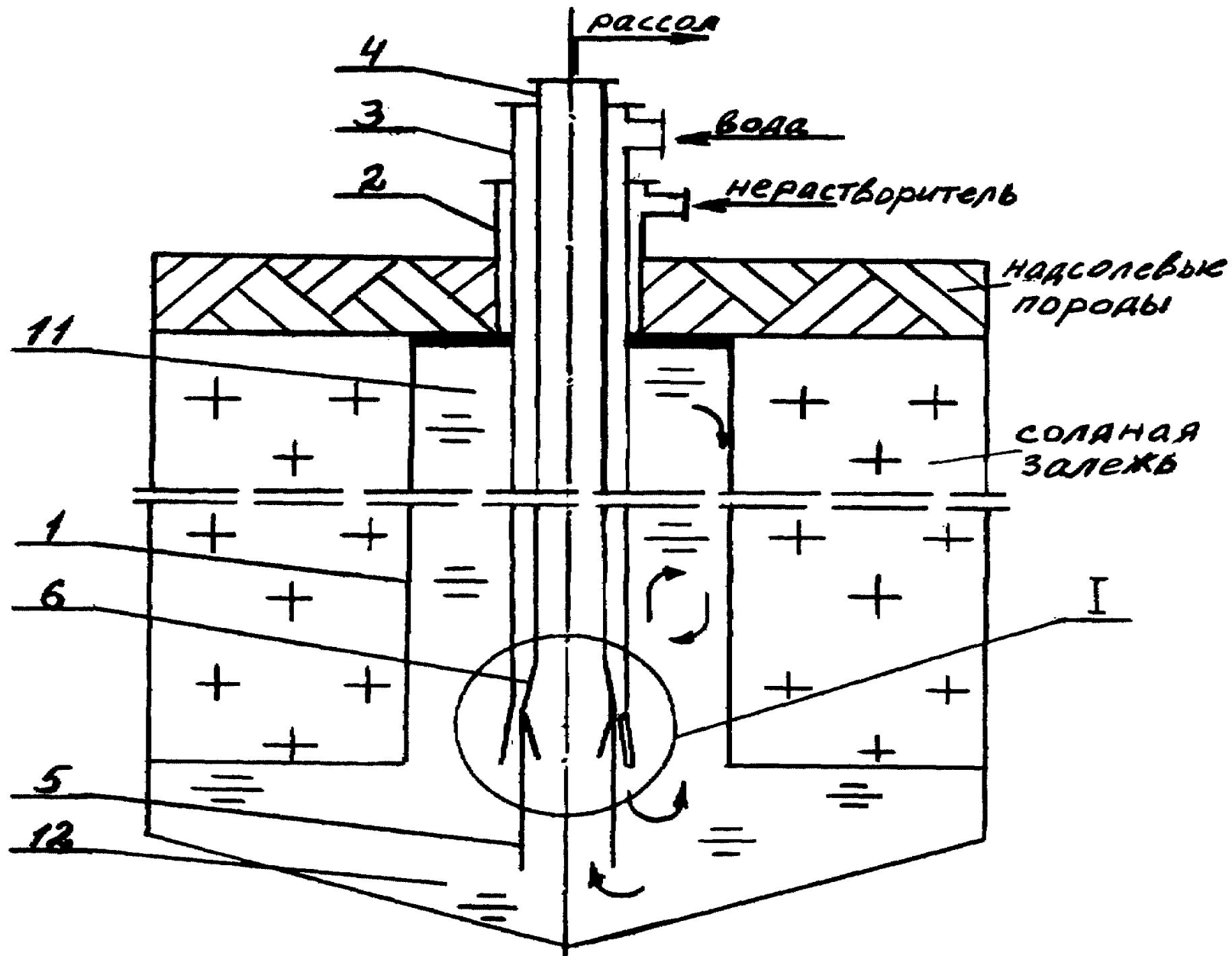


$$\text{МПа} * 101\,971,62 = \text{кг/м}^2$$

$$\text{кг/м}^2 \div 101\,971,62 = \text{МПа}$$



Фиг. 1

По методике Г. В. Кузнецова, основанной на гипотезе балок, с учетом коэффициента пригрузки  $r_n$  от вышележащих слоев величина предельно-допустимого пролета камеры определяется по формулам:

$$2R = \sqrt{A \frac{\sigma_{\text{изг.дл.}} h_0}{(1+r_n)\rho_1}}, \quad (\text{П5.1})$$

$$r_n = (0,065 - 0,056 \text{tg} \varphi) \sqrt{\frac{\sigma_{\text{изг.дл.}} h_0}{\rho_i h_i^2}}, \quad (\text{П5.2})$$

где  $A$  — коэффициент, учитывающий характер защемления пролета на опорах и степень деформации пород ( $A=2$  при максимальной деформации без нарушения сплошности кровли);  $\sigma_{\text{изг.дл.}}$  — длительная прочность пород несущего слоя на изгиб, т/м<sup>2</sup>;  $h_0$  — мощность несущего слоя, м;  $r_n$  — коэффициент пригрузки;  $\text{tg} \varphi$  — коэффициент трения между слоями ( $\text{tg} \varphi = 0,26-0,6$ );  $h_i$  — мощность пригружающего слоя, м.,  $\rho_i$  — плотность слоёв, кг/м<sup>3</sup>.

Устойчивость междукамерных целиков рассчитывается по методике, основанной на гипотезе Шевякова — Турнера, исходя из запаса прочности целика,

$$n = \sigma_p / \sigma_\partial \quad (\text{П5.3})$$

где  $\sigma_p$  — разрушающее напряжение, определяемое с учетом давления рассола на стенки камеры, веса покрывающих пород и формы целиков, МПа;  $\sigma_\partial$  — действующее на целике напряжение, определяемое с учетом собственного веса целика, а также воспринимаемой им разницы между весом растворенных пород и давлением заполняющего камеру рассола, МПа.

$$\sigma_p = \left( \frac{1 + \sin \beta}{1 - \sin \beta} \frac{h}{2} \rho + \sigma \right) \sqrt{\frac{2(L^2 - \pi R^2)}{\pi R h}}, \quad (\text{П5.4б})$$

$$\sigma_\partial = \frac{\rho_1 H_0 L^2 - \pi R^2 \rho_p H_0}{L^2 - \pi R^2} + \rho_1 h, \quad (\text{П5.4а})$$

где  $H_0$  — мощность покрывающих пород, м;  $h$  — высота целика, м;  $L$  — расстояние между скважинами, м;  $R$  — радиус камер подземного растворения, м;  $\rho, \rho_p, \rho_r$  — плотности, соответственно, каменной соли, покрывающих пород и рассола, кг/м<sup>3</sup>;  $P$  — давление рассола в средней по высоте части камеры, МПа ( $P = \rho_r H$ ,  $H$  — глубина рассматриваемого сечения, м);  $\sigma$  — проч-

ность каменной соли на одноосное сжатие, МПа;  $\beta$  — угол внутреннего трения, градусов.

Расчет мощности потолочного целика рекомендуется производить по величине длительной прочности соли

$$h_n = \frac{\rho n(2R^2)}{2\sigma_{дл}} + \sqrt{\frac{\rho n(2R^2)}{2\sigma_{дл}} + \frac{m\rho_1 n(2R)^2}{\sigma_{дл}}}, \quad (\text{П5.7})$$

где  $h_n$  — мощность потолочного целика, м;  $\rho$ ,  $\rho_1$  — соответственно плотности соли и надсолевых пород, кг/м<sup>3</sup>;  $2R$  — ширина камеры, м;  $m$  — высота зоны обрушения надсолевых пород, м;  $n$  — коэффициент запаса прочности;  $\sigma_{дл}$  — длительная прочность каменной соли на одноосное сжатие, МПа.

*Пример расчета* параметров системы разработки. Исходные данные: Месторождение каменной соли разрабатывается камерами с оставлением целиков. Глубина разработки  $H = 700$  м; высота целика  $h = 170$  м; высота зоны обрушения надсолевых пород  $m = 120$  м; коэффициент запаса прочности  $n > 1,4$ ; плотность каменной соли, надсолевых пород и рассола соответственно  $\rho = 2600$  кг/м<sup>3</sup>,  $\rho_1 = 2500$  кг/м<sup>3</sup>,  $\rho_p = 1200$  кг/м<sup>3</sup>; физико-механические характеристики соли:  $\sigma_{\text{соль}} = 10$  МПа,  $\sigma_{\text{изг.дл.}} = 20$  МПа,  $\sigma = 19$  МПа; угол внутреннего трения соли  $\beta = 35^\circ$ ; мощность несущего слоя  $h_0 = 10$  м; мощность пригружающего слоя  $h_i = 10$  м; коэффициент трения между слоями  $\text{tg}\phi = 0,5$ ;  $A = 2$  (при максимально возможной деформации закрепленной кровли без нарушения сплошности); прочность на разрыв несолевых пород  $\sigma_p = 0,9$  МПа.

1. Определяем параметры пролета камеры по формулам П5.1, П5.2
2. Рассчитываем устойчивый целик по формулам П5.3—П5.5.  
расстояние между скважинами  $L = 200$  м;

**1.**  $\gamma_n = 0,27$   $2R = 112,2$  м;  $R \approx 60$  м.

**2.**  $\sigma_\rho = 26,59$  МПа;  $\sigma_{\partial n} = 24,84$  МПа



3.

$$n = \frac{\sigma_p}{\sigma_{\partial n}}$$

По опытным данным, допустимая величина коэффициента запаса прочности при камерной системе разработки должна быть не менее 1,2—1,4. Полученные значения коэффициента запаса прочности сравниваются с заданными: при  $n > 1,4$  следует уменьшить  $L$ , при  $n < 1,4$  следует увеличить  $L$ . Расчет производится заново.

$$n = \frac{26,59}{24,84} = 1,07$$

**1,07** < 1,4, поэтому  
и произведем расчет снова:

расстояние между скважинами  $L$  до **250 м**

$$\sigma_p = 35,52 \text{ МПа}, \sigma_{\text{дл}} = 23,29 \text{ МПа}$$

$$n = \frac{35,52}{23,29} = 1,52$$

Расчет мощности потолочного целика рекомендуется производить по величине длительной прочности соли

$$h_n = \frac{\rho n (2R)^2}{2\sigma_{дл}} + \sqrt{\frac{\rho n (2R)^2}{2\sigma_{дл}} + \frac{m\rho_1 n (2R)^2}{\sigma_{дл}}}, \quad (\text{II5.7})$$

где  $h_n$  — мощность потолочного целика, м;  $\rho$ ,  $\rho_1$  — соответственно плотности соли и надсолевых пород, кг/м<sup>3</sup>;  $2R$  — ширина камеры, м;  $m$  — высота зоны обрушения надсолевых пород, м;  $n$  — коэффициент запаса прочности;  $\sigma_{дл}$  — длительная прочность каменной соли на одноосное сжатие, МПа.

$$h_n = 73,02 \text{ M}$$