

Расчет параметров доставки пород в камере

При доставке разрушенной породы затопленной гидромониторной струей дальность транспортирования зависит от мощности смыываемых пород. Минимальная дальность транспортирования будет при распространении струи под завалом, когда при смыве не образуется котлован, а движение воды происходит в режиме диффузионного массообмена. Для песчаного материала критическая высота завала h_{kp} , при которой начинается диффузионный массообмен можно определить по формуле

$$h_{kp} = 74,4 d \cdot P^{0.3} / w^{0.5} \quad (\text{П15.5})$$

где d — диаметр гидромониторной насадки, см, P — давление воды на насадке, МПа, w — гидравлическая крупность перемещаемого песка, см/с.

Дальность распространения струи в завале песчаных пород можно определить по формуле

$$L = 4,8 d \cdot P^{0.4} / (h^{0.2} \cdot w^{0.4}) \quad (\text{П15.6})$$

где h — высота пород над насадкой ($h > h_{kp}$).

Пример расчета доставки.

Исходные данные: крупность песка 0,5 мм или гидравлическая крупность 8,72 см/с, давление воды на насадке 5 МПа, диаметр насадки 2 см, высота песка над насадкой 2 м.

Определяем критическую высоту заглубления насадки

$$h_{kp} = 74,4 d \cdot P^{0.3} / w^{0.5} = \boxed{} = \boxed{}$$

режим массообмена.

Определяем дальность действия струи под завалом песка

$$L = 4,8 d \cdot P^{0.4} h^{0.2} / w^{0.4} = \boxed{} = \boxed{}$$

Расчет параметров подъема гидросмеси

При *расчете параметров эрлифта* определяют расход воздуха на подъем гидросмеси по В.Г.Гейеру

$$Q_{возд} = Q_e \cdot H \cdot \gamma_g / [1380 \eta \cdot \gamma_b \cdot \lg(0,1 \cdot h + 1)], \quad (\text{П15.7})$$

где $Q_{возд}$ и Q_e — расход воздуха, м³/мин и расход гидросмеси, м³/ч, H и h — высота подъема над уровнем воды и гидростатический уровень воды над воздушной форсункой эрлифта, м, γ_b и γ_g — плотность воды и гидросмеси, т/м³, η — к.п.д. эрлифта, который может быть принят по данным в таблице П15.1

Максимальное давление воздуха, подаваемого на эрлифт равно $P_{возд} = h + 0,2$ МПа.

Диаметр пульpopодъемной ($D_{эрл}$) трубы определяются по формуле

$$D_{эрл} = (Q_e / k\alpha)^{0.4}, \text{ мм.} \quad (\text{П15.8})$$

При значениях $\alpha = 0,2—0,45$, коэффициент $k = 0,24$.

Пример расчета эрлифта для условий добычи фосфоритовых песков на Кингисеппском месторождении.

Таблица П15.1

$\alpha = h/(h+H)$	0,1—0,15	0,15—0,25	0,25—0,35	0,35—0,5
η_{uz}	0,25	0,32	0,36	0,4

Исходные данные. Расход гидросмеси $250 \text{ м}^3/\text{ч}$, плотность гидросмеси $1,2 \text{ т}/\text{м}^3$, высота подъема над уровнем воды 10 м , глубина затопления форсунки эрлифта 15 м .

Расход сжатого воздуха на эрлифтирование

$$Q_{возд} = Q_e \cdot H \cdot \gamma_g / [1380 \eta \cdot \gamma_b \cdot \lg(0,1 \cdot h + 1)],$$

$$[\text{м}^3/\text{мин}] = [\text{м}^3/\text{мин}]$$

Диаметры пульпоподъемной трубы.

$$D_{эрл} = (Q_e / k\alpha)^{0.4} = [\text{мм}]^4 = [\text{мм}] \text{ см}$$

Основными характеристиками *гидроэлеваторного подъема* является коэффициент эжекции (расхода) α , коэффициент напора β , основной геометрический параметр m и статический коэффициент полезного действия гидроэлеватора η_{cm} .

$$\alpha = Q_e \gamma_e / Q_o \gamma_o \quad (\text{П15.9})$$

$$\beta = (H_e - H_l) / H_o, \quad (\text{П15.10})$$

$$m = d_k^2 / d_o^2, \quad (\text{П15.11})$$

$$\eta_{cm} = \alpha \beta / (1 - \beta), \quad (\text{П15.12})$$

где Q_e и Q_o — расход эжектируемой гидросмеси и расход воды через насадку гидроэлеватора; γ_e и γ_o — плотность эжектируемой гидросмеси и воды; H_o , H_e и H_l — напор воды на насадке гидроэлеватора, напор, развивающийся гидроэлеватором (высота подъема) и высота затопления гидроэлеватора; d_k и d_o — диаметры камеры смешения и насадки гидроэлеватора.

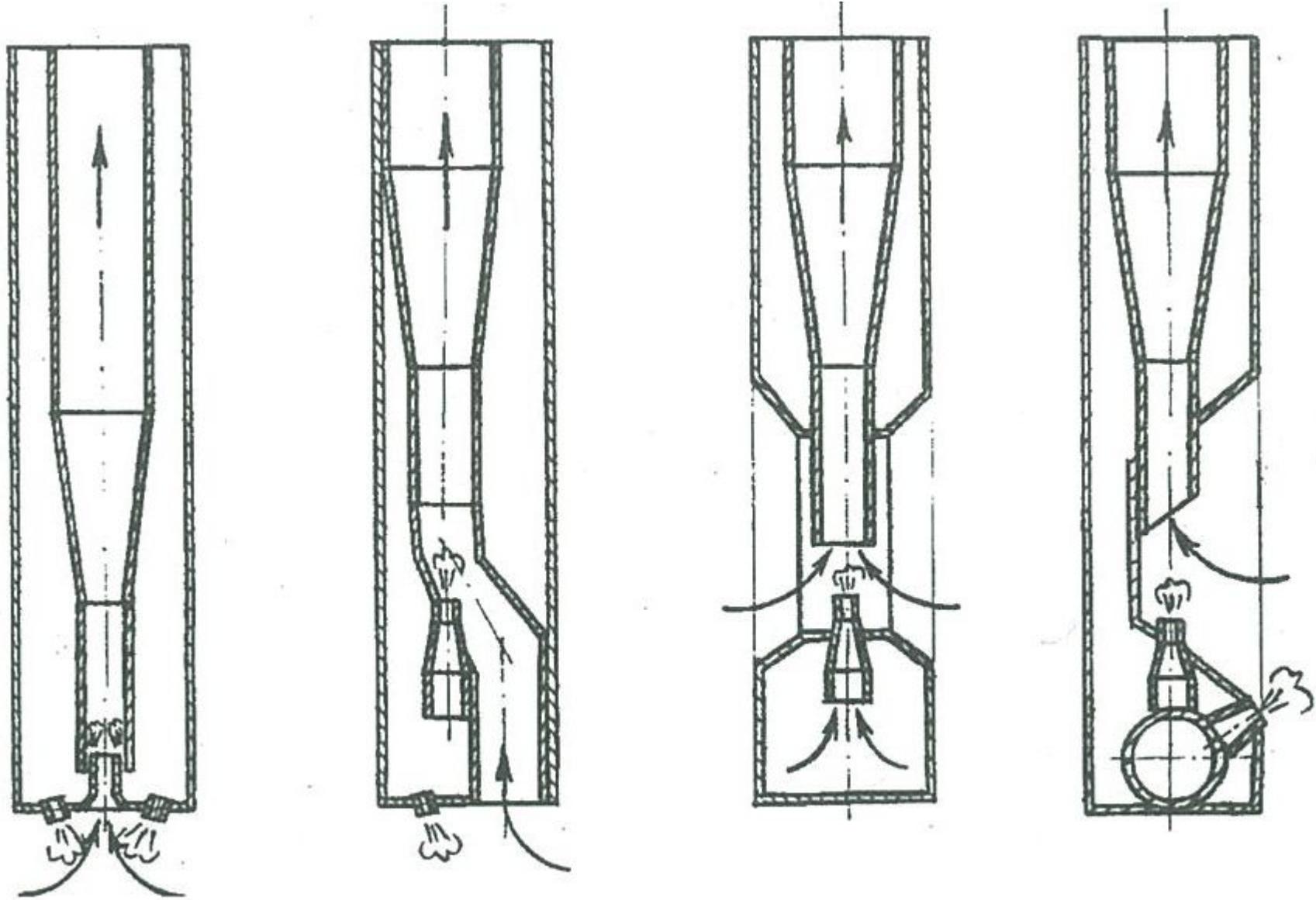


Рис. П15.1. Конструкции нижних частей гидроэлеваторных снарядов

Пример расчета гидроэлеваторного подъема по методике П.Н.Каменева.

Задаемся высотой подъема гидроэлеватора $H_e = 100$ м, весовым расходом эжектируемой гидросмеси $Q_e \gamma_e = 200$ т/час и диаметром камеры смешения $d_k = 100$ мм исходя из крупности поднимаемых пород.

Определяем скорость в камере смешения, которую необходимо иметь для подъема на высоту 100 м.

$$v_k = \sqrt{2gH_e / (1 + \zeta_k)} = \boxed{} \text{ м/с,} \quad (\text{П15.13})$$

где $\zeta_k = 0,35$ — коэффициент сопротивления в камере смешения и диффузоре.

Определяем общий расход гидросмеси через камеру смешения

$$Q_\Sigma = \pi \cdot d_k^2 / 4 \cdot v_k = \boxed{} \text{ т/ч.} \quad (\text{П15.14})$$

Определяем расход воды через насадку гидроэлеватора и коэффициент эжекции

$$Q_0 = Q_\Sigma - Q_e \gamma_e = \boxed{} \text{ м}^3/\text{ч} \quad \text{и} \quad \alpha = Q_e \gamma_e / Q_0 \gamma_o = \boxed{} \quad (\text{П15.15})$$

Определяем осредненную скорость в начале смещающего потока

$$v_k^* = (1 + \zeta_k) v_k = \boxed{} \text{ м/с} \quad (\text{П15.16})$$

Определяем скорость и давление воды на выходе из насадки гидроэлеватора

$$v_o = (1+\alpha) \cdot v_k^* = \boxed{\quad} \text{ м/с} \quad (\text{П15.17})$$

$$H_o = (1 + \zeta_o) \cdot v_o^2 / 2g = \boxed{\quad} \text{ м.в.с} \quad (\zeta_o = 0,08) \quad (\text{П15.18})$$

Определяем диаметр насадки гидроэлеватора d_o и параметры m и β

$$d_o = \sqrt{(4Q_o / (\pi \cdot v_o))} = \boxed{\quad} \text{ мм} \quad (\text{П15.19})$$

$$m = d_k^2 / d_o^2 = \boxed{\quad}$$

$$\beta = H_e / H_o = \boxed{\quad}$$

Статический к.п.д. гидроэлеватора составит

$$\eta_{cm} = \alpha\beta / (1 - \beta) = \boxed{\quad}$$

Насосы выбираются с учетом дополнительного расхода воды на гидромонитор ($150—200 \text{ м}^3/\text{ч}$) и потерь давления от насоса до гидроэлеваторной насадки.

Расчет параметров системы разработки

Если непосредственная кровля представлена однородными породами, расчет устойчивого пролета может быть выполнен по формуле В.Д.Слесарева:

$$L = A \sqrt{(\sigma_p h / \gamma)}. \quad (\text{П15.20})$$

Если непосредственная кровля представлена слоистыми породами, расчет выполняется по формуле Г.Н.Кузнецова.

$$L = k_\alpha k_t A \sqrt{(\sigma_{uzg} h / (1 + k_n \gamma))}, \quad (\text{П15.21})$$

где A — коэффициент, учитывающий характер защемления кровли на опорах (для балки из пластического материала $A = 2$, для упругой балки $A = \sqrt{2}$), σ_p и σ_{uzg} — пределы прочности на растяжение и изгиб пород несущего слоя мощностью h и объемным весом γ , k_n — коэффициент пригрузки со стороны вышележащей толщи ($k_n = h_{i+1}/h_i < 1$), k_α и k_t — коэффициенты, учитывающие угол падения пласта и устойчивость пролета во времени.

Пример расчета предельного пролета камеры СГД для Кингисеппского месторождения фосфоритов (кровля – плитчатый известняк).

Исходные данные: $h = 1$ м, $\gamma = 2,3$ т/м³, $\sigma_{изг} = 1600$ т/м², $k_p = 0,5$, $\lambda = \sqrt{2}$, $k_a = 1$, $k_t = 1$. В массиве берется 50% от кубиковой прочности $\sigma_{изг}$

По формуле Г.Н.Кузнецова

$$L = \boxed{\quad} = \boxed{\quad} \text{ м,}$$

Временной фактор учитывается по кривым длительной прочности, получаемым на образцах пород из кровли продуктивного пласта. В общем виде зависимость величины длительной прочности может быть аппроксимирована уравнением:

$$\sigma_t = \sigma_{мгн} - b \cdot t^n, \quad (\text{П15.22})$$

где $\sigma_{мгн}$ — условно-мгновенная прочность породы, МПа, t — время, $n = 0,32$, b — характеристика длительной прочности, МПа.

Расчет параметров целиков ведется из условия, что на целик действует разрушающая нагрузка, определяемая по формуле:

$$P = \gamma \cdot H \cdot L \cdot k_{\phi}, \quad (\text{П15.23})$$

где γ — объемный вес покрывающих пород, H — глубина разработки, L — расстояние между целиками (сетка скважин), k_{ϕ} — коэффициент формы целика.

Несущая способность целика определяется по формуле:

$$P = \sigma_{сж} h \cdot F(a/h, \rho), \quad (\text{П15.24})$$

где $\sigma_{сж}$ — предел прочности на сжатие пород целика, a , h , ρ — ширина, высота и угол внутреннего трения пород целика.

Отсюда, расчетное уравнение примет вид:

$$F(a/h, \rho) = \gamma \cdot H \cdot L \cdot k_{\phi} / = \sigma_{сж} h. \quad (\text{П15.25})$$

Определив значение функции $F(a/h, \rho)$, по графику (рис. П15.2) находим отношение a/h и ширину целика. Для случая, когда на контакте целика с кровлей имеется прослоек более слабого материала, угол трения которого δ меньше угла трения для пород целика ρ , пользуются соответствующими кривыми на графике или рассчитывают промежуточные значения.

Пример расчета целика при камерной системе разработки на Кингисеппском месторождении фосфоритов.

Исходные данные: $H=20$ м, $\gamma=2,12 \text{ т/м}^2$, $\sigma_{\text{сж}}=30 \text{ т/м}^2$, $\rho=30^\circ$, $L=20$ м, $h=3$ м, $k_\phi=1$

$$F(a/h, \rho) = \boxed{} = \boxed{}$$

По графику (рис. П15.1) для $\rho=30^\circ$ находим $a/h = \boxed{}$, откуда $a = \boxed{}$ м.

Учет временного фактора при расчете размеров целика производится аналогично учету этого фактора при расчете предельного пролета кровли камеры.

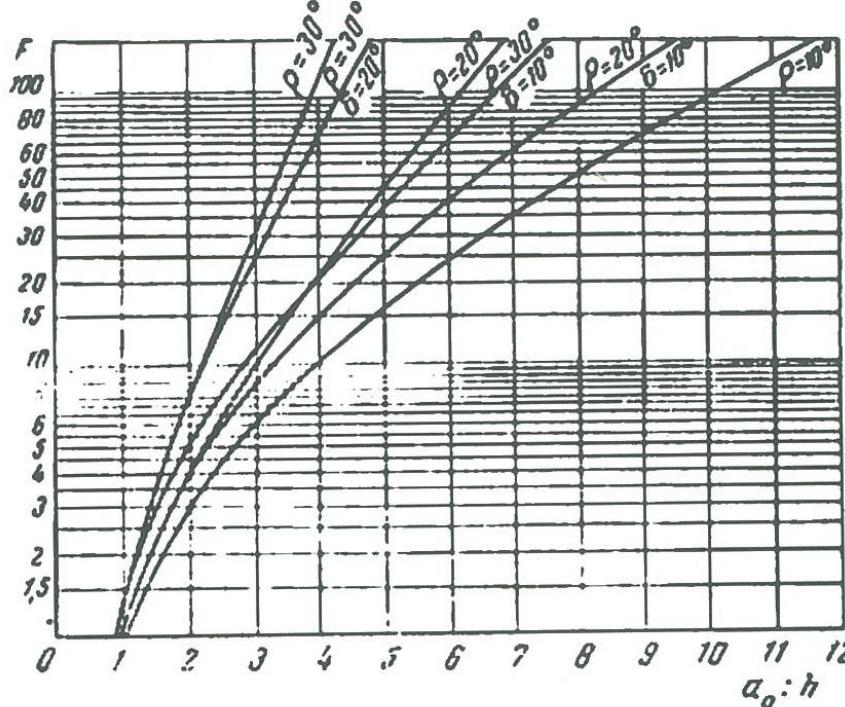


Рис. П15.2. Зависимость несущей способности барьерных целиков от соотношения их размеров