

Расчет параметров доставки пород в камере

При доставке разрушенной породы затопленной гидромониторной струей дальность транспортирования зависит от мощности смываемых 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 $h_{кр}$, при которой начинается диффузионный массообмен можно определить по формуле

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

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 ($h > h_{кр}$).

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

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

режим массообмена.

Определяем дальность действия струи под завалом песка

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

Расчет параметров подъема гидросмеси

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

$$Q_{\text{возд}} = Q_2 \cdot H \cdot \gamma_r / [1380 \eta \cdot \gamma_v \cdot \lg(0,1 \cdot h + 1)], \quad (\text{П15.7})$$

где $Q_{\text{возд}}$ и Q_2 — 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_v и γ_r — 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 $P_{\text{воз}} = h + 0,2$ МПа.

Диаметр пульпоподъемной ($D_{\text{эр}}$) трубы определяются по формуле

$$D_{\text{эрл}} = (Q_2 / k\alpha)^{0,4}, \text{ мм.} \quad (\text{П15.8})$$

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
$\eta_{из}$	0,25	0,32	0,36	0,4

Исходные данные. Расход гидросмеси 250 м³/ч, плотность гидросмеси 1,2 т/м³, высота подъема над уровнем воды 10 м, глубина затопления форсунки эрлифта 15 м.

Расход сжатого воздуха на эрлифтирование

$$Q_{возд} = Q_2 \cdot H \cdot \gamma_r / [1380 \eta \cdot \gamma_v \cdot \lg(0,1 \cdot h + 1)],$$

$$\blacksquare = \blacksquare \text{ м}^3/\text{мин}$$

Диаметры пульпоподъемной трубы.

$$D_{эрл} = (Q_2 / k\alpha)^{0,4} = \blacksquare^4 = \blacksquare \text{ см}$$

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

$$\alpha = Q_2 \gamma_2 / Q_0 \gamma_0 \quad (\text{П15.9})$$

$$\beta = (H_2 - H_1) / H_0, \quad (\text{П15.10})$$

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

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

где Q_2 и Q_0 — расход эжектируемой гидросмеси и расход воды через насадку гидроэлеватора; γ_2 и γ_0 — плотность эжектируемой гидросмеси и воды; H_0 , H_2 и H_1 — напор воды на насадке гидроэлеватора, напор, развиваемый гидроэлеватором (высота подъема) и высота затопления гидроэлеватора; d_k и d_o — диаметры камеры смешения и насадки гидроэлеватора.

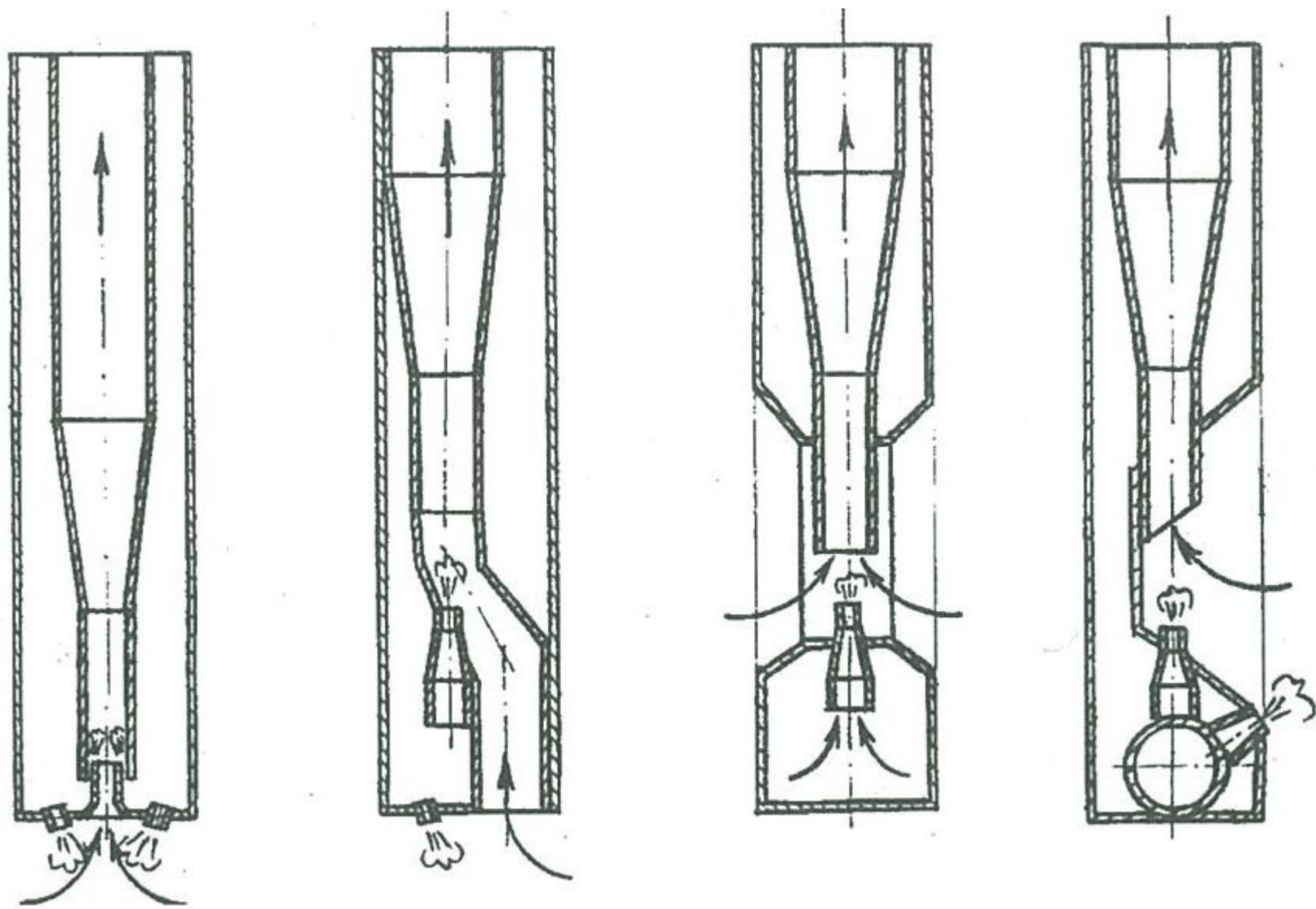


Рис. П15.1. Конструкции нижних частей гидроэлеваторных снарядов

Пример расчета гидроэлеваторного подъема по методике П.Н.Каме-
нева.

Задаемся высотой подъема гидроэлеватора $H_z = 100$ м, весовым рас-
ходом эжектируемой гидросмеси $Q_z \gamma_z = 200$ т/час и диаметром камеры сме-
шения $d_k = 100$ мм исходя из крупности поднимаемых пород.

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

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

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

Определяем общий расход гидросмеси через камеру смешения

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

Определяем расход воды через насадку гидроэлеватора и коэффици-
ент эжекции

$$Q_0 = Q_\Sigma - Q_z \gamma_z = \blacksquare \text{ м}^3/\text{ч} \text{ и } \alpha = Q_z \gamma_z / Q_0 \gamma_0 = \blacksquare \quad (\text{П15.15})$$

Определяем осредненную скорость в начале смешиваемого потока

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

Определяем скорость и давление воды на выходе из насадки гидроэлеватора

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

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

Определяем диаметр насадки гидроэлеватора d_o и параметры m и β

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

$$m = d_k^2 / d_o^2 = \text{■■■■}$$

$$\beta = H_2 / H_o = \text{■■■■}$$

Статический к.п.д. гидроэлеватора составит

$$\eta_{cm} = \alpha\beta / (1 - \beta) = \text{■■■■}$$

Насосы выбираются с учетом дополнительного расхода воды на гидромонитор (150—200 м³/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.

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

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 $\sigma_{изг}$ — 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, $k_{п} = 0,5$, $\lambda = \sqrt{2}$, $k_{\alpha} = 1$, $k_t = 1$. В массиве берется 50% от кубиковой прочности $\sigma_{изг}$

По формуле Г.Н.Кузнецова

$$L = \text{[redacted]} = \text{[redacted]} \text{ м,}$$

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:

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

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

Отсюда, расчетное уравнение примет вид:

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

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 прослойка 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, $\gamma=2,12$ т/м³, $\sigma_{сж}=30$ т/м², $\rho=30^\circ$, $L=20$ м, $h=3$ м, $k_\phi=1$

$$F(a/h, \rho) = \blacksquare = \blacksquare$$

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

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

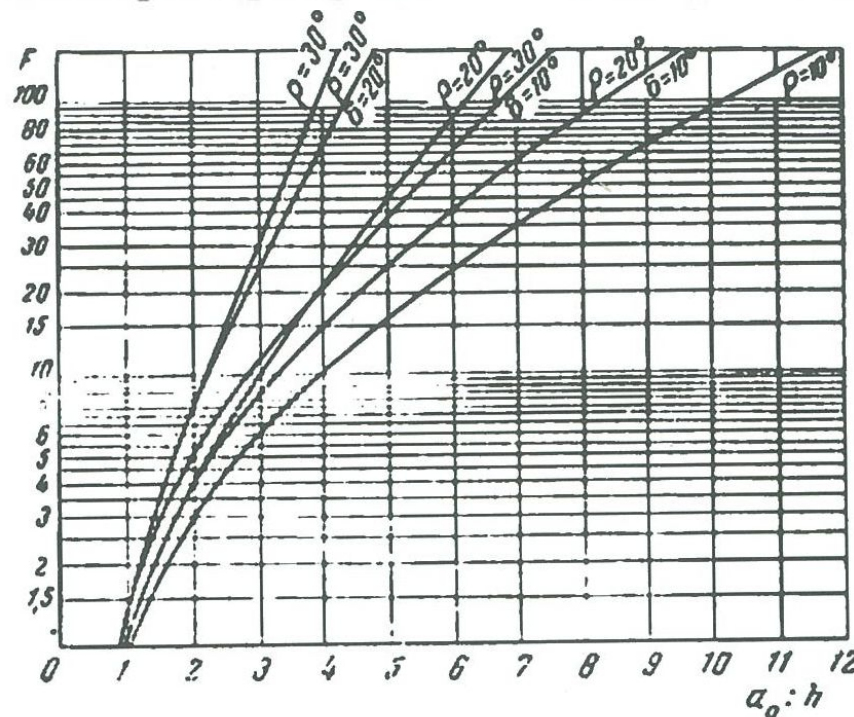


Рис. П15.2. Зависимость несущей способности барьерных целиков от соотношения их размеров