



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ
ОЧИСТКИ ШАХТНЫХ ВОДОСБОРНЫХ ЕМКОСТЕЙ

ДОНЕЦК — 1983

Министерство угольной промышленности УССР
Центральное бюро научно-технической информации
Минуглепрома УССР

Отраслевая лаборатория гидроподъема Минуглепрома УССР
при кафедре РГПУиГ Донецкого ордена Трудового Красного Знамени
политехнического института

Украинское республиканское НГО горное

УТВЕРЖДАЮ:

первый заместитель министра
угольной промышленности
Украинской ССР

И.С.СУРГАЙ

2.06.83 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ
ОЧИСТКИ ШАХТНЫХ ВОДОСБОРНЫХ ЕМКОСТЕЙ**

В методических рекомендациях изложены принцип действия, расчет и выбор основных параметров, а также указана область применения средств механизации очистки водосборных емкостей, разработанных в Донецком ордена Трудового Красного Знамени политехническом институте (ДПИ) и применяемых на шахтах Донбасса.

Методические рекомендации предназначены для рабочих и ИТР шахт, связанных по роду своей деятельности с водоотливным хозяйством и очисткой от твердого материала зумпфов стволов, колодцев и других подземных емкостей.

Методические рекомендации разработаны сотрудниками отраслевой лаборатории гидроподъема и кафедры РГПУиГ ДПИ В.Г.Гейером, Я.К.Антоновым, А.Г.Боруменским, В.Б.Малеевым, С.С.Малыгиным, В.С.Дулиным, Е.И.Даниловым, В.И.Лазаренко, В.М.Яковлевым, В.В.Вознесенским, Е.А.Триллером, В.И.Мизерным, А.В.Трейгером, А.П.Коваленко, В.Б.Гого при участии работников шахт Минуглепрома УССР В.И.Кобца, Э.И.Радутного, В.И.Фоменко, Г.Д.Позняка под общим руководством лауреата Государственной премии СССР, заслуженного деятеля науки и техники УССР, доктора технических наук, профессора В.Г.Гейера.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших задач технического прогресса во всех отраслях промышленности, как указано в решениях XXVI съезда КПСС, является резкое снижение доли тяжелого неквалифицированного ручного труда.

В настоящее время в угольной промышленности на очистке подземных водосборных емкостей доля ручного труда составляет свыше 70%. По данным Минуглепрома УССР, сейчас находятся в эксплуатации 604 зумфа вертикальных скиповых стволов, 1740 водосборников и приемных колодцев главных, центральных и участковых водоотливных установок и 70 предварительных отстойников. Трудоемкость очистки этих подземных емкостей от твердого составляет более 120 тыс.чел.-смен в год.

Несвоевременная очистка зумфов стволов, водосборников и приемных колодцев от твердого приводит к затоплению горных выработок, что нарушает нормальный ритм работы шахт и приводит к значительным затратам материальных и трудовых ресурсов.

Учитывая это, Минуглепром УССР поручил ДГИ выполнить работу: "Создать, освоить в производстве и внедрить новые схемы и средства водоотливного комплекса угольных шахт, обеспечивающие исключение тяжелого неквалифицированного ручного труда".

Решая поставленную задачу, сотрудники института провели обширные исследования по созданию принципиально новых схем и средств водоотлива, а также средств механизации очистки водосборных емкостей, которые успешно применяются на ряде шахт ПО "Донецкуголь", "Красноармейскуголь", "Артемуголь", "Дзержинскуголь" и "Шахтерскантрацит". Результатом проведенной работы являются настоящие методические рекомендации, которые позволят работникам производства ускорить процесс внедрения рекомендуе-

ных средств механизации очистки емкостей в конкретных шахтных условиях.

Рабочие чертежи описываемых устройств хранятся в библиотеках производственных объединений, а кальки чертежей находятся в архиве проектно-конструкторского бюро (ПКБ) ДПИ.

В случае необходимости чертежи могут быть отпечатаны ПКБ на бумаге заказчика и высланы ему наложенным платежом.

Адрес ПКБ: 340066, г. Донецк, ул. Артема, 58, ПКБ ДПИ.

1. СПОСОБ ОЧИСТКИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ОТСТОЙНИКОВ ШЛАМОВЫМ КОНВЕЙЕРОМ (БАГЕР-ЗУМПФ БЗ-1)

Шламовый конвейер (багер-зумпф БЗ-1) рекомендуется для очистки от шлама предварительных отстойников шахтных водоотливных установок. Он обеспечивает непрерывное удаление из шахтной воды твердого материала крупностью более 0,1 мм, оседающего в предварительном отстойнике, с последующим обезвоживанием шлама и механизированной погрузкой его в вагонетки или конвейеры.

Багер-зумпф БЗ-1 (рис. 1.1) состоит из пяти секций: секции 2, включающей приводную головку 1 и редуктор с электродвигателем; двух промежуточных секций 3, 5 и двух секций 4, 6, содержащих отклоняющие ролики 7, 8. Секции охвачены конвейерной скребковой цепью, движущейся со скоростью не более 0,1 м/с. В процессе ее движения по наклонной части конвейера происходит одновременно и обезвоживание шлама, выгружаемого из предварительного отстойника.

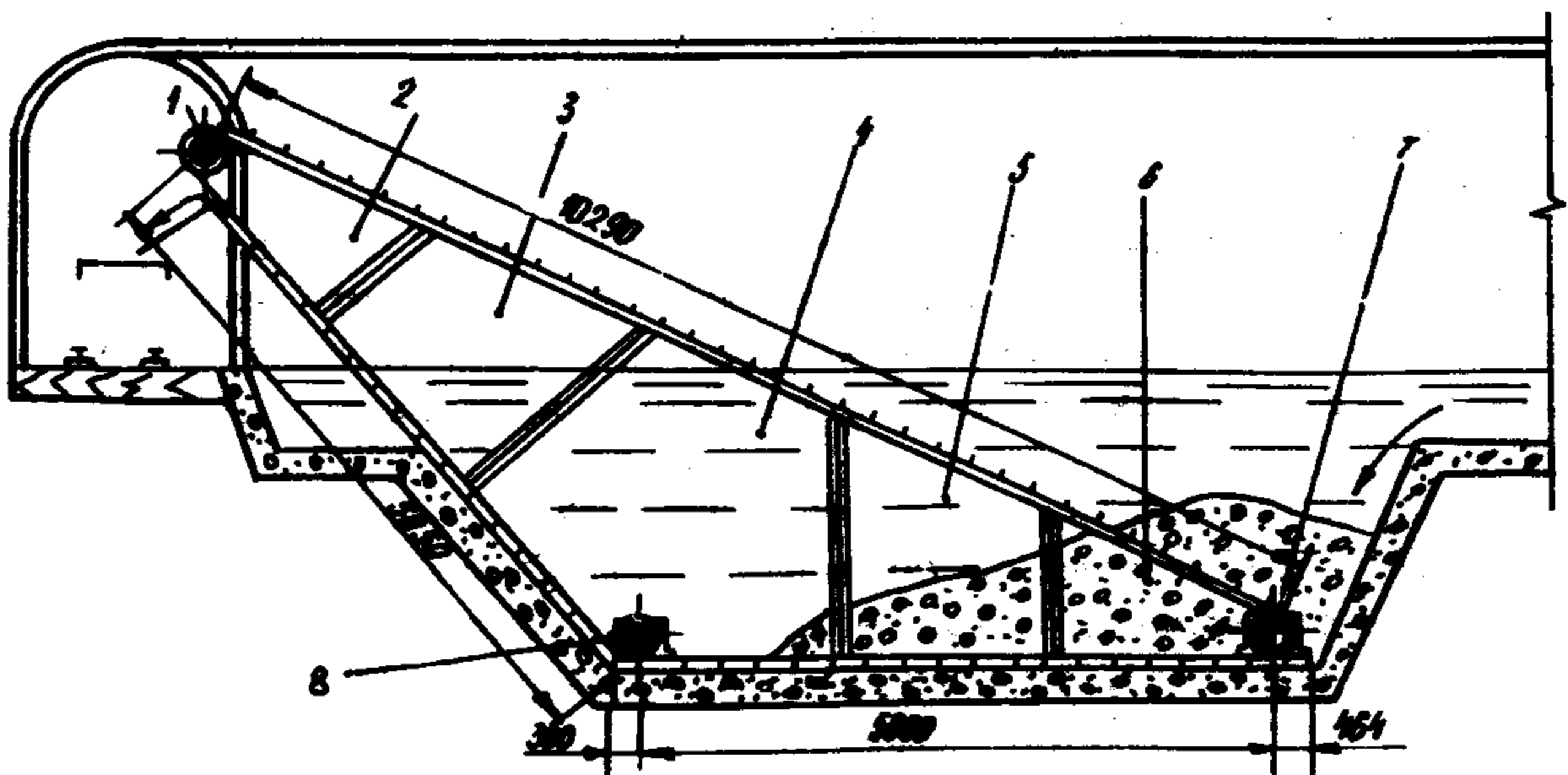


Рис. 1.1. Багер-зумпф БЗ-1

В целях унификации и стандартизации приводная головка, отклоняющие ролики и скребковая цепь используются от серийно изготовляемого конвейера СП63, а редуктор-от лебедки типа ЛРУ1-2М. В качестве приводящего принят электродвигатель серии ВАО во взрывобезопасном исполнении.

Технико-экономические показатели багер-зумпфа БЗ-1
(рабочие чертежи С 556.01.00.000)

Расчетная подача по пульпе, м ³ /ч	до 150
Максимальный размер частиц твердого, мм	до 100
Производительность по обезвоженному шламу, т/ч	15
Степень сгущения шлама, %	60-70
Скорость скребковой цепи, м/с	не более 0,1
Мощность приводного двигателя, кВт	7,5
Масса, кг	не более 2500
Оптовая цена, руб.	5876
Ориентировочный годовой экономический эффект, руб.	39700

Чтобы установка могла работать эффективно, необходимо правильно рассчитать и выполнить предварительный отстойник. Обычно предварительный отстойник (рис. 1.2) имеет форму усеченной пирамиды. Ширина зеркала воды в нем на 20-30% меньше ширины выработки, в которой он сооружается. Задав ширину отстойника В, определяют его остальные параметры и размеры.

Средняя скорость движения воды в отстойнике v

$$v = \frac{Q_{\max}}{3600 \cdot B \cdot h}, \quad (1.1)$$

где Q_{\max} - максимальный приток воды, м³/ч;

h - глубина проточного слоя, равная глубине потока воды в подводящей канавке.

Опасными для насосов являются частицы крупностью более 0,1 мм, поэтому для осаждения этих частиц проектируют предварительные отстойники, при этом скорость движения воды в отстойнике должна быть не более 0,1 м/с.

Исходя из выше указанных условий, определяется длина предварительного отстойника:

$$L_0 = \alpha \frac{v}{v_0 - w} h, \quad (1.2)$$

где L_0 - длина отстойника;

α - коэффициент, учитывающий наличие в гидросмеси частиц различной крупности;

ϑ_0 – гидравлическая крупность частиц размером 0,1–0,2 мм, которую можно принимать равной $8,6 \cdot 10^{-3}$ м/с, при этой скорости $\alpha = 1,4$;

W – вертикальная составляющая скорости потока жидкости: при $\vartheta < 90 \cdot 10^{-3}$ м/с – $W = 0,01 \vartheta$; при $\vartheta = (90 - 130) \cdot 10^{-3}$ м/с – $W = (0,03 - 0,05) \vartheta$.

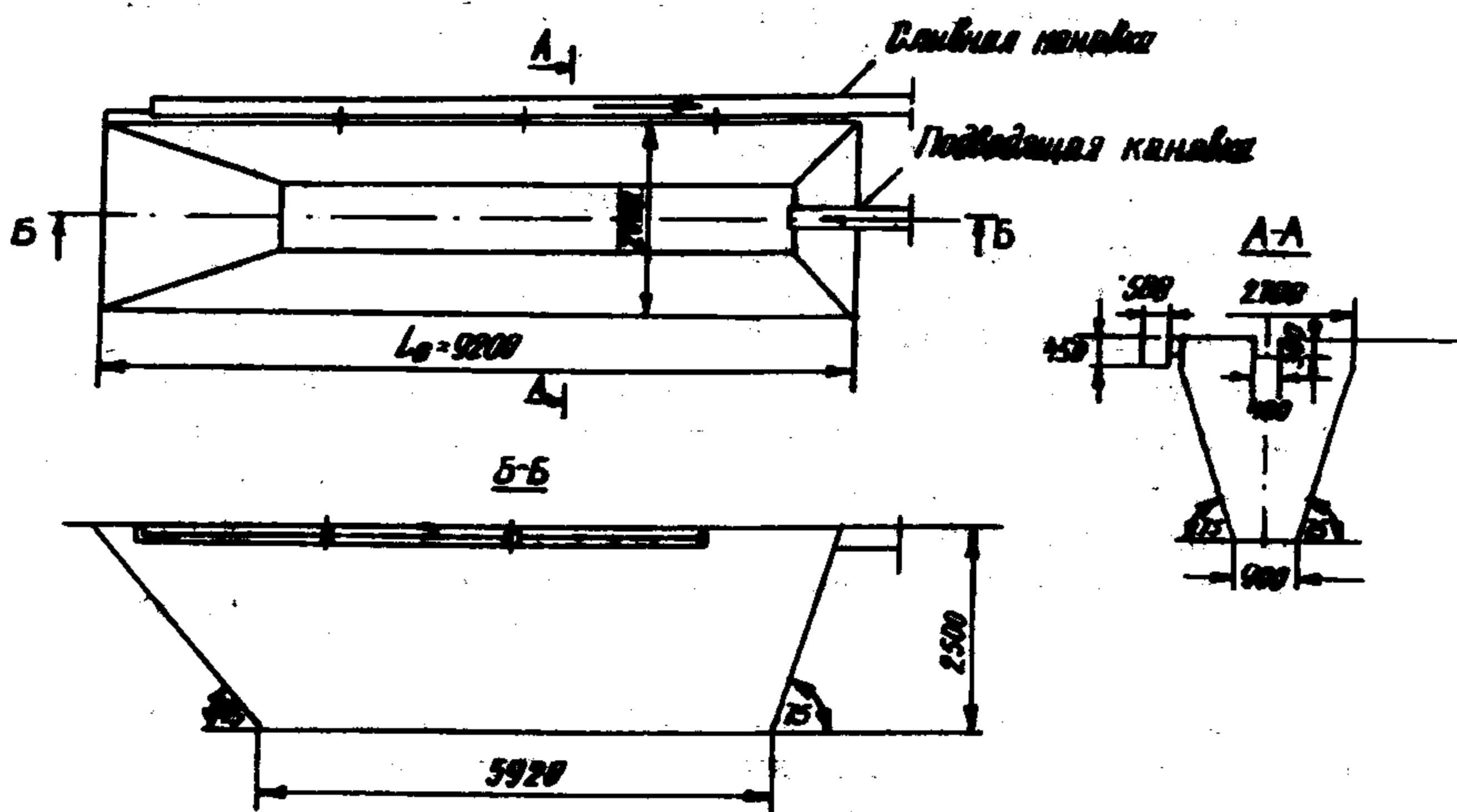


Рис. 1.2. Предварительный отстойник

Объем зумфа (нижней части предварительного отстойника), предназначенного для сбора шлама, определяется по количеству твердого, выпадающего из воды в течение суток:

$$W_H = 1,5 q_T Q_{\max}, \quad (1.3)$$

где W_H – емкость нижней части отстойника, м³;

q_T – объемная концентрация твердого в шахтной воде, которую для расчетов можно принимать равной $q_T = 0,0015 - 0,0050$;

Q_{\max} – максимальный суточный приток, м³/сут.

Пример расчета предварительного отстойника для условий восточной установки шахты "Родинская" ПО "Красноармейск-уголь".

Исходные данные: максимальный приток воды $Q_{\max} = 140$ м³/ч; максимальная объемная концентрация в шахтной воде $q_T = 0,005$; глубина проточного слоя в подводящей канавке $h = 0,3$ м; ширина отстойника $B = 2$ м.

Средняя скорость движения воды в отстойнике по уравнению (1.1)

$$v = \frac{140}{3600 \cdot 2 \cdot 0,3} = 0,065 \text{ м/с.}$$

Значение скорости удовлетворяет условию

$$v \leq 0,1 \text{ м/с.}$$

Длина предварительного отстойника по уравнению (1.2)

$$L_0 = 1,4 \frac{0,065}{9,8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,05 \cdot 0,065} \cdot 0,3 = 4,3 \text{ м.}$$

Вертикальная составляющая скорости потока принята $W = 0,05 v$.

Полученная длина предварительного отстойника является минимально допустимой. Исходя из конструктивных особенностей шламового конвейера, принимаем длину отстойника равной 9,2 м.

Объем нижней части предварительного отстойника (зумпфа), предназначенного для сбора шлама в течение суток по уравнению (1.3)

$$W_n = 1,5 \cdot 0,005 \cdot 140 \cdot 24 = 25 \text{ м}^3.$$

Полная же емкость предварительного отстойника, согласно размерам, указанным на рис. 1.2, составляет 32 м³, что вполне обеспечивает нормальную работу шламового конвейера.

Предварительный отстойник сооружается в выработке, соединяющей насосную камеру с магистральным штреком.

Как показал опыт эксплуатации багер-зумпфа, удаление твердого из предварительного отстойника целесообразно производить ежемесячно. Управление багером осуществляется дистанционно с кнопочного поста управления.

На шахте "Родинская" шламовый конвейер на предварительном отстойнике работает достаточно надежно уже в течение четырех лет. Исключен весьма тяжелый ручной труд по очистке отстойника от шлама, высвобождено 4 человека, повысился срок службы насосов водоотливной установки.

2. СПОСОБ ОЧИСТКИ ЗУМПФОВ СКИПОВЫХ СТВОЛОВ ШЛАМОВЫМ ЭРЛИФТОМ

Шламовый эрлифт рекомендуется для очистки зумпфов скиповых стволов от просыпающегося твердого материала, а также предварительных отстойников и приемных колодцев. Эрлифт приводится в действие сжатым воздухом низкого давления (до 0,05 МПа), обеспечивает транспортировку пульпы с кусками твердого материала до 50 мм (а в отдельных случаях и до 100–150 мм) осуществляет ее обезвоживание на выходе из подъемной трубы

и погрузку шлама в вагонетку, скип или конвейер. Шламовый эрлифт управляется дистанционно, что существенно улучшает условия и безопасность труда.

На рис. 2.1 показана схема улавливания просыпающейся при загрузке и разгрузке скипов горной массы и удаления ее из ствола. Основная часть горной массы улавливается бункером 3, грузится в сосуд 5 одноконцевого подъема или на конвейер и

транспортируется ими в околоствольный двор. Просыпавшаяся в зумпф скипового ствола часть горной массы удаляется оттуда с помощью шламового эрлифта, который состоит из подъемной трубы 6, подводящего устройства 8, трубы подпитки 1, трубы для подвода сжатого воздуха 2, устройства для разделения гидросмеси 4.

Пуск эрлифта производится открытием задвижки на воздушной трубе 2, по которой сжатый воздух поступает в смеситель 7, расположенный в подводящем устройстве 8. Так как входное отверстие трубы подпитки 1 находится ниже уровня воды в зумпфе ствола, то вода по ней непрерывно поступает в подводящее устройство 8, размывает твердый ма-

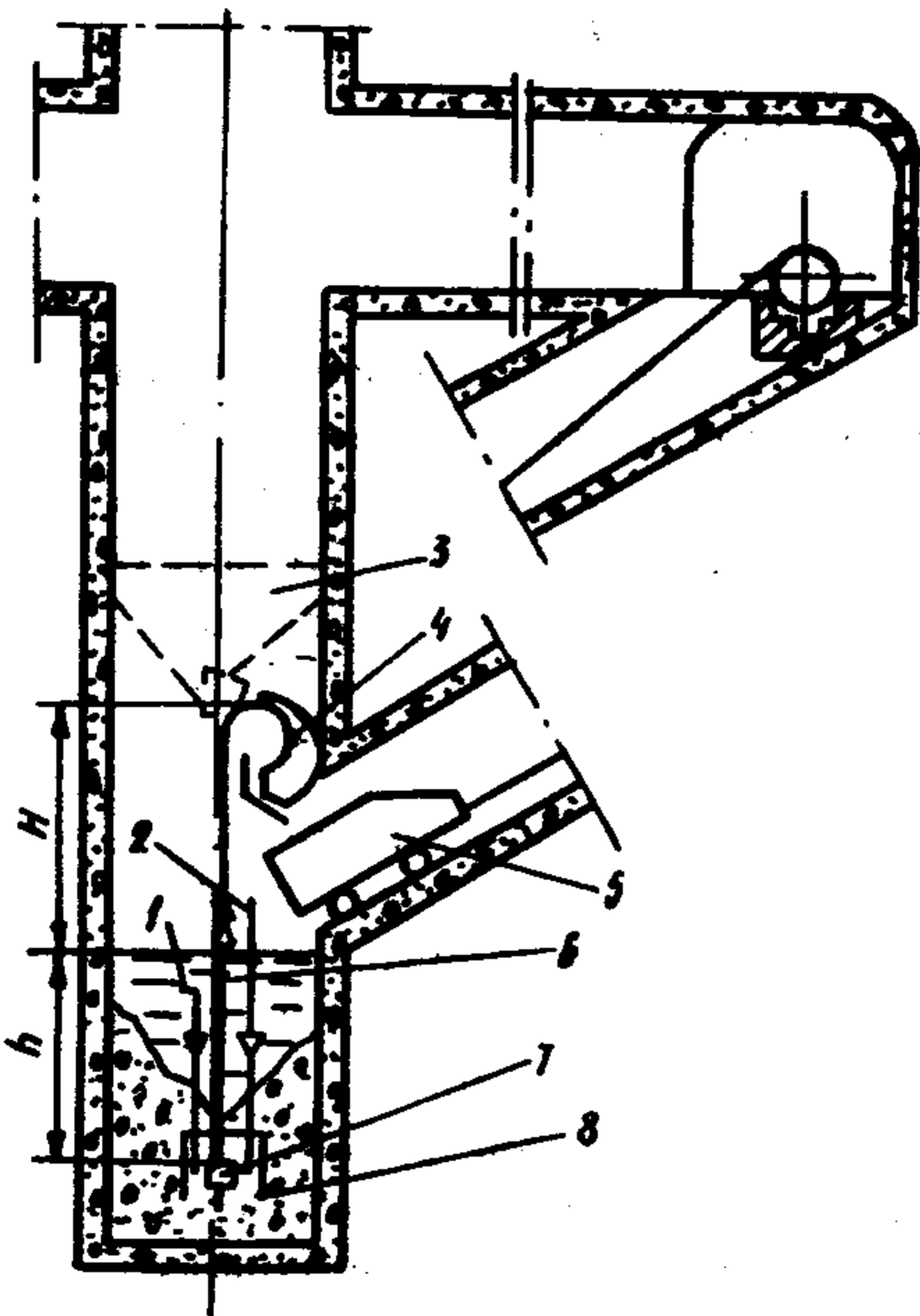


Рис. 2.1. Схема удаления горной массы из зумпфа шламовым эрлифтом

териал (даже слежавшийся) и образует вместе с ним пульпу, которая по подъемной трубе 6 эрлифта поднимается на высоту $h+N$ и попадает в устройство для разделения гидросмеси 4. Здесь происходит разделение трехфазной смеси — воздух уходит в атмосферу, вода через отверстия в сите и сливную трубу возвращается в зумпф, а обезвоженный твердый материал поступает в сосуд 5 или на конвейер. Остановка эрлифта производится прекращением подачи сжатого воздуха по трубе 2. Удаление воды из зумпфа осуществляется насосом.

Одним из важных узлов рассматриваемого шламового эрлифта является подводящее устройство, конструкция которого показана на рис. 2.2. Оно состоит из закрытого сверху цилиндрическо-

го корпуса 3 и труб: подводящей 2, пусковой 1, подъемной 5, подпиточной 6, воздушной (для подвода сжатого воздуха) 4. Смеситель 7 представляет собой кольцевую щель между подъемной 5 и подводящей 2 трубами. Для обеспечения гидравлического затвора труба подпитки 6 опущена внутрь цилиндрического корпуса 3.

На рис. 2.3 показана конструкция устройства для разделения гидросмеси (А. с. № 618578), состоящего из двух частей: дугового патрубка 2, к которому по подъемной трубе 1 подводится пульпа, и щелевого сита 3, заключенного в специальный кожух 4, содержащий сливную трубу 5 для отвода воды и лоток 6 для отвода твердого материала.

Параметры эрлифта определяют местными условиями. Исходными данными для расчета являются глубина погружения смесителя h (см. рис. 2.1), высота подачи H и максимальный размер кусков транспортируемого материала d_T .

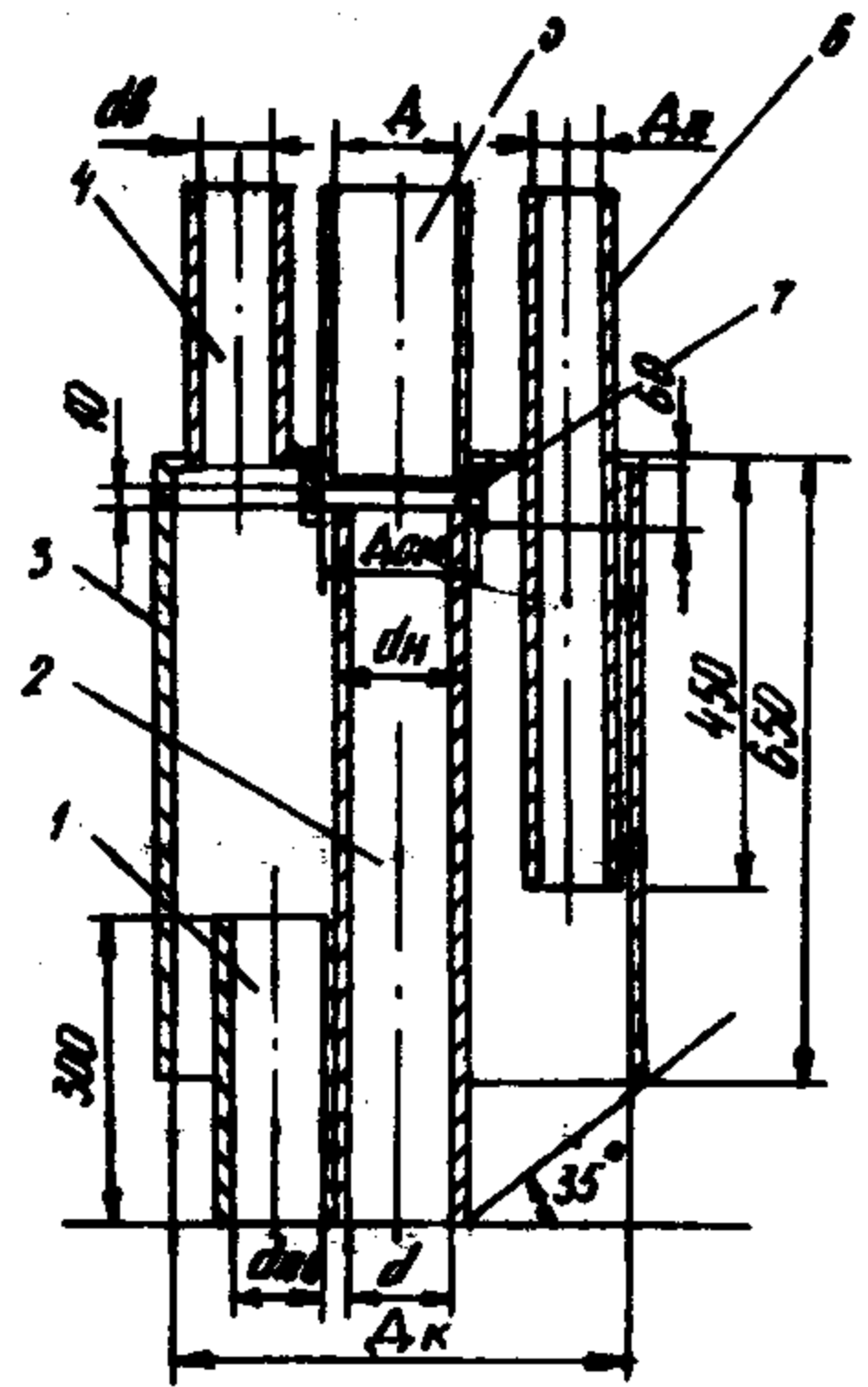


Рис. 2.2. Подводящее устройство шламowego эрлифта

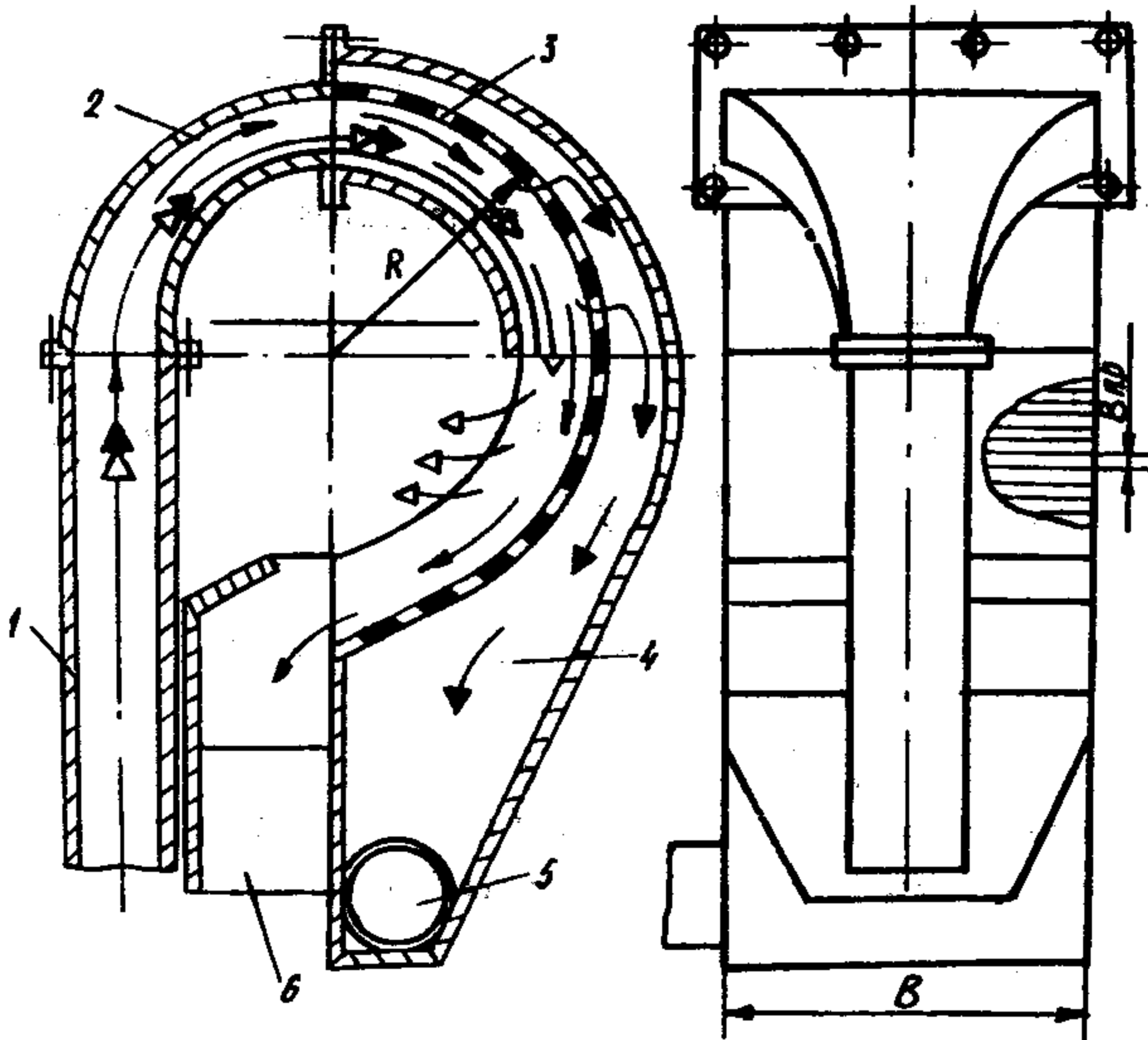


Рис. 2.3. Устройство для разделения гидросмеси

Оптимальными условиями считаются, если $h = 3-5$ м,
 $H = 2-3$ м.

Расчет основных параметров производится в следующей последовательности.

Относительное погружение эрлифта

$$\alpha = \frac{h}{H+h}. \quad (2.1)$$

Диаметр подводящей трубы

$$d = (2,5-3,0) d_T. \quad (2.2)$$

Скорость пулы в подводящей трубе

$$v = 6,5 \sqrt{d_T \left(\frac{\rho_T}{\rho} - 1 \right)}. \quad (2.3)$$

где ρ_T и ρ — соответственно плотность твердого и воды, кг/м^3 .

Подача эрлифта

$$Q_э = \frac{\pi d^2}{4} v. \quad (2.4)$$

Диаметр подъемной трубы

$$D = \left(\frac{Q_э}{C} \right)^{0,4}, \quad (2.5)$$

где C — коэффициент подачи эрлифта (рис. 2.4).

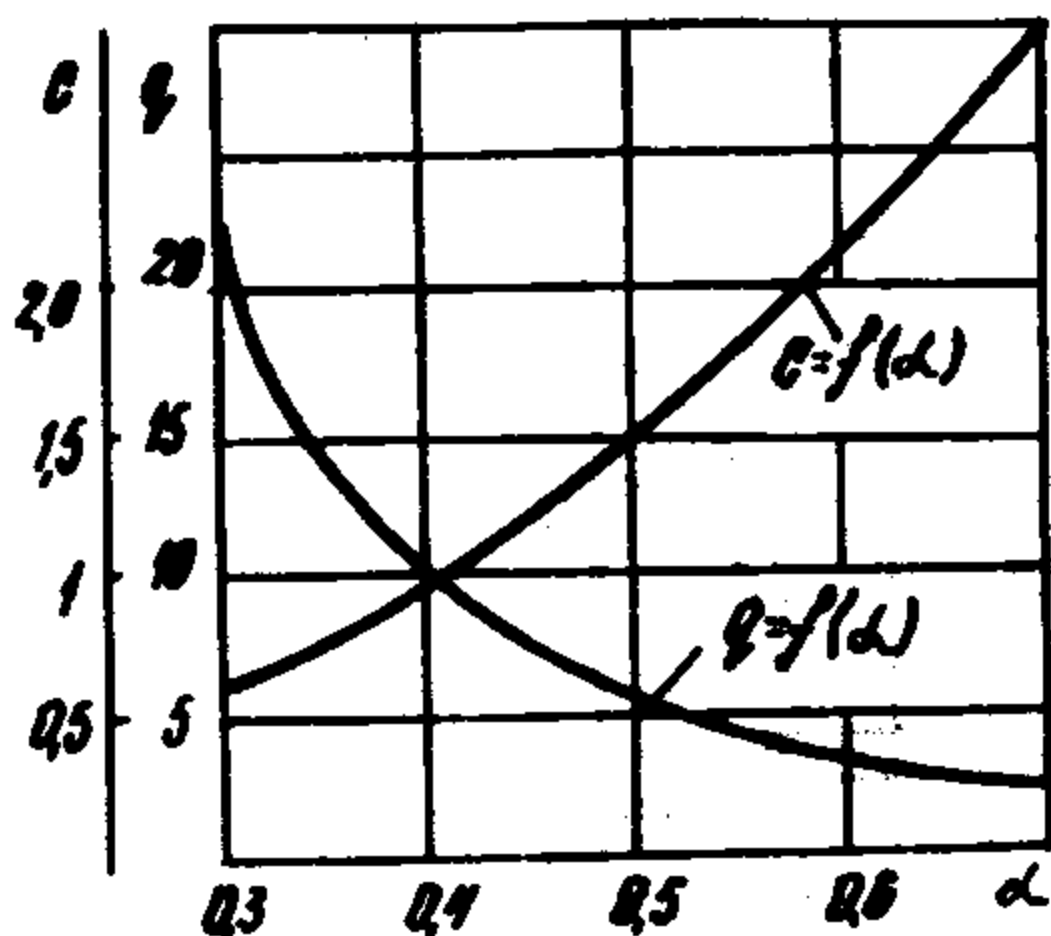


Рис. 2.4. График $C=f(\alpha)$
и $q=f(\alpha)$

Расход воздуха

$$Q_в = q Q_э, \quad (2.6)$$

где q — удельный расход воздуха
(см. рисунок 2.4).

Минимальное давление сжатого
воздуха

$$p = \rho g h. \quad (2.7)$$

Диаметр корпуса подводящего уст-
ройства

$$D_k = (3-4) d. \quad (2.8)$$

Диаметр воздухоподводящего трубопровода

$$d_в = \sqrt{\frac{4 Q_в p_а}{\pi v_в (\rho_а + \rho g h)}}, \quad (2.9)$$

где $p_а$ — атмосферное давление ($p_а \approx 0,1$ МПа);
 $v_в$ — скорость воздуха ($v_в = 10-15$ м/с).

Диаметр трубы подпитки

$$D_n = (0,7-0,8) d. \quad (2.10)$$

Диаметр пусковой трубы

$$d_{\text{пс}} = (0,6-0,7) d. \quad (2.11)$$

Диаметр камеры смесителя

$$D_{\text{см}} = \sqrt{\frac{(\omega + \frac{\pi}{4} d_n^2) 4}{\pi}}, \quad (2.12)$$

где ω — площадь кольцевой щели смесителя, определяемая по формуле

$$\omega = 2 \cdot 10^{-2} Q_{\text{в}} \sqrt{\frac{P_a}{P_a + \rho g h}}; \quad (2.13)$$

d_n — наружный диаметр подводящей трубы.

Основные параметры устройства для разделения гидросмеси, транспортируемой эрлифтом, определяются соотношениями:

радиус кривизны (см. рисунок 2.3)

$$R = 0,3 + 0,8 d; \quad (2.14)$$

ширина сита

$$b = 0,3 + 3d. \quad (2.15)$$

Формулы (2.14), (2.15) справедливы для поперечных сит с шириной щели, равной 1 мм, при транспортировке разнофракционной горной массы с отдельными кусками размером 50–80 мм.

При наличии фракций размером более 80 мм на выходе подъемной трубы устанавливается воздухоотделитель обычной конструкции (см. рисунок 5.3), общий вид и детали которого в безразмерных параметрах в зависимости от диаметра подъемной трубы приведены на чертеже С 496.02.000 СБ.

Пример расчета шламового эрлифта для очистки зумфогового водосборника главного ствола шахты им. А.Г.Стаханова ПО "Красноармейскуголь".

Исходные данные: глубина зумфогового водосборника 4,5 м, $H=2$ м, $d_T = 100$ мм.

Учитывая габариты подводящего узла, абсолютное погружение эрлифта принимаем равным $h = 3,5$ м.

Относительное погружение по уравнению (2.1)

$$\alpha = \frac{3,5}{2+3,5} = 0,64.$$

Диаметр подводящей трубы по уравнению (2.2)

$$d = 2,5 \cdot 100 = 250 \text{ мм.}$$

Принимаем стандартную трубу по ГОСТ 8732-78 с наружным диаметром 273 мм, внутренним диаметром 250 мм.

Подача эрлифта согласно уравнениям (2.3) и (2.4)

$$Q_3 = 6,5 \sqrt{0,1 \left(\frac{2500}{1000} - 1 \right) \cdot \frac{3,14 \cdot 0,25^2}{4}} = 0,12 \text{ м}^3/\text{с} = 432 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Диаметр подъемной трубы по уравнению (2.5)

$$D = \left(\frac{0,12}{2,3} \right)^{0,4} = 0,307 \text{ м.}$$

Принимаем стандартную трубу по ГОСТ 8732-78 с наружным диаметром 324 мм, внутренним - 307 мм.

Расход воздуха по уравнению (2.6)

$$Q_B = 2,8 \cdot 0,12 = 0,34 \text{ м}^3/\text{с} = 20 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

Согласно рис. 2.4 при $\alpha = 0,64$ удельный расход воздуха $q = 2,8 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

Минимальное давление воздуха по уравнению (2.7)

$$p = 1000 \cdot 9,8 \cdot 3,5 \approx 35000 \text{ Па.}$$

По расходу и давлению воздуха принимаем воздуходувку ТВ-42х1,4* с подачей 42 м³/мин и абсолютным давлением 0,14 МПа. Электродвигатель ВАО 82-2 мощностью 55 кВт с частотой вращения 2950 мин⁻¹.

Диаметр корпуса подводящего устройства по уравнению (2.8)

$$D_K = (3-4) \cdot 0,25 = 0,75-1,00 \text{ м.}$$

Принимаем стандартную трубу по ГОСТ 10704-78 с наружным диаметром 920 мм и внутренним диаметром 804 мм.

Диаметр пусковой трубы по уравнению (2.11)

$$d_{пс} = (0,6-0,7) \cdot 0,25 = 0,150-0,175 \text{ м.}$$

Принимаем стандартную трубу по ГОСТ 8732-78 с наружным диаметром 168 мм и внутренним диаметром 152 мм.

Диаметр воздухоподводящего трубопровода по уравнению (2.9)

$$d_B = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,34 \cdot 10^5}{3,14 \cdot (10-15) \cdot (10^5 + 1000 \cdot 9,8 \cdot 3,5)}} = 0,148-0,180 \text{ м.}$$

Принимаем стандартную трубу по ГОСТ 8732-78 с наружным диаметром 168 мм и внутренним диаметром 152 мм.

Диаметр трубы подпитки по уравнению (2.10)

$$D_{п} = (0,7-0,8) \cdot 0,25 = 0,175-0,200 \text{ м.}$$

Принимаем стандартную трубу по ГОСТ 8732-78 с наружным диаметром 194 мм и внутренним диаметром 178 мм.

Площадь кольцевой щели смесителя по уравнению (2.13)

$$\omega = 2 \cdot 10^{-2} \cdot 0,34 \sqrt{\frac{10^5}{10^5 + 1000 \cdot 9,8 \cdot 3,5}} = 5,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

* Н.А.Самылин, В.С.Бутовецкий. Водовоздушное хозяйство угле-обогатительных фабрик. М., Недра, 1982. 198 с.

Диаметр камеры смесителя по уравнению (2.12)

$$D_{см} = \sqrt{\frac{[5,9 \cdot 10^{-3} + 0,785 (0,273)^2] 4}{3,14}} = 0,285 \text{ м.}$$

Очистка зумпфа с помощью шламового эрлифта осуществляется следующим образом (рис. 2.5). Эрлифт 1 перекачивает гидросмесь из водоотливной емкости 2 в бункер 3, сооруженный в горизонтальной выработке, которая примыкает к стволу. В бункере горная масса складировается, а вода через отверстия возвращается обратно. Боковые стенки бункера выполнены с уклоном, по дну проложен двухцепной конвейер 5 СПБЗ, борта его подняты на 0,6 м, для того чтобы гидросмесь при открытии разгрузочного отверстия 4 не могла переливаться через края. Вместимость бункера рассчитана на суточный объем просыпавшегося материала. На очистке бункера занято двое рабочих, они открывают разгрузочное отверстие 4, включают конвейер 5 для загрузки скипа 6 в наклонном ходке, смывают водой оставшийся материал на дне бункера, а в конце выгрузки закрывают отверстие 4.

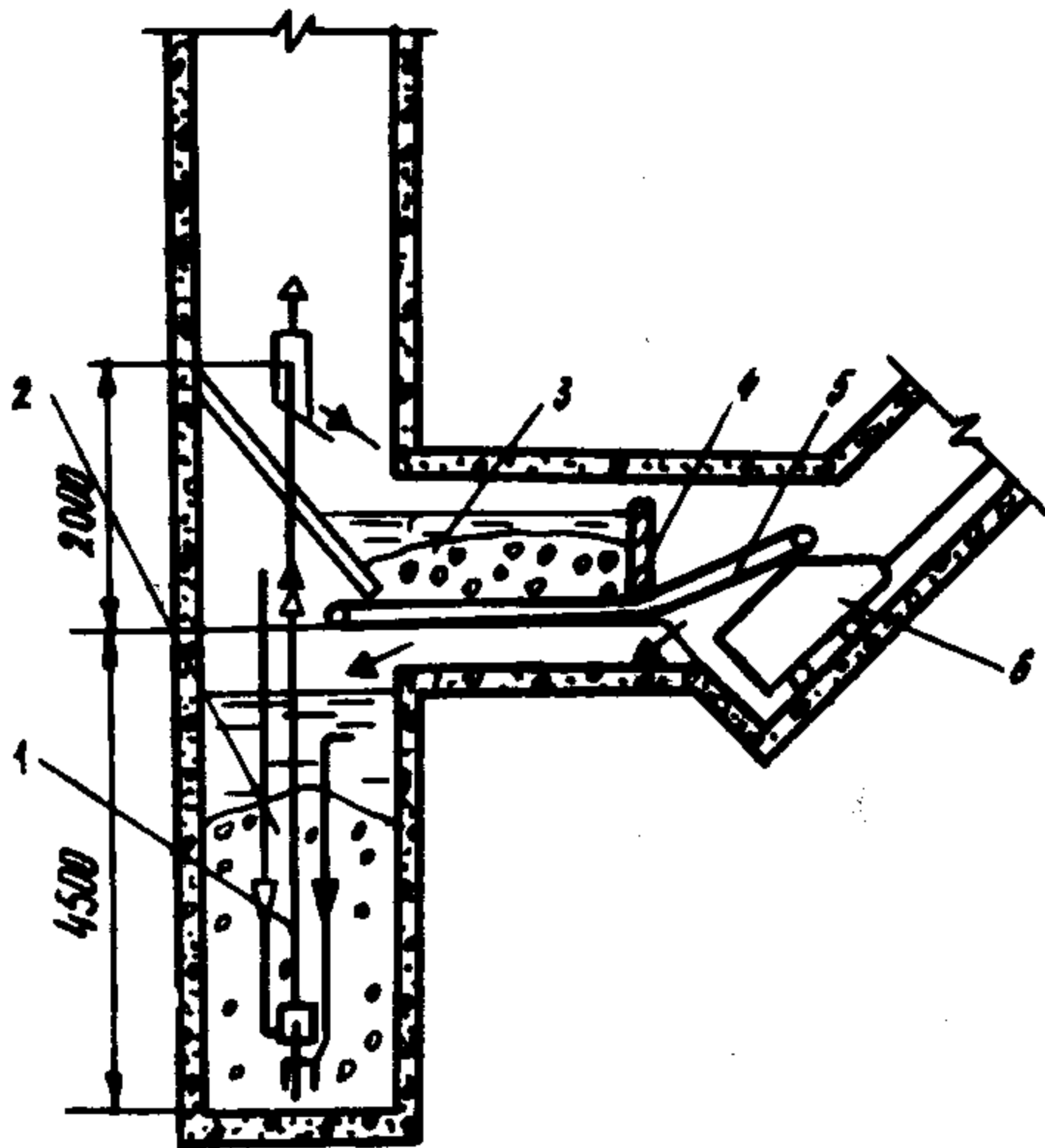


Рис. 2.5. Схема очистки зумпфа скипового ствола шахты им. А.Г.Стаханова

Шламовые эрлифты прошли промышленные испытания на шахтах им. А.Г.Стаханова и им. Г.М.Димитрова ПО "Красноармейскуголь". Введ-

рены 4 установки, которые обеспечили годовой экономический эффект 80 тыс.руб. Изготовление установок осуществлялось в механических мастерских шахты. Установлено, что использование шламовых эрлифтов в зумпфах действующих скиповых стволов позволило высвободить от тяжелого неквалифицированного ручного труда 2-4 человека в каждом стволе.

3. СПОСОБ ОЧИСТКИ И ОСУШЕНИЯ ВОДОСБОРНЫХ ЕМКОСТЕЙ СПЕЦИАЛЬНЫМ ЭРЛИФТОМ

Применение специального эрлифта рекомендуется для очистки и практически полного удаления жидкости из различных водо-

сборных емкостей (зумпфов скиповых и клетевых стволов, предварительных отстойников, приемных колодцев насосов главного водоотлива) при относительном погружении $\alpha < 0,15$ и крупности твердого материала до 30 мм. Характерной особенностью специального эрлифта является наличие в его смесителе элементов струйного аппарата, что придает ему свойство самовсасывания и возможность полностью удалять жидкость из емкости.

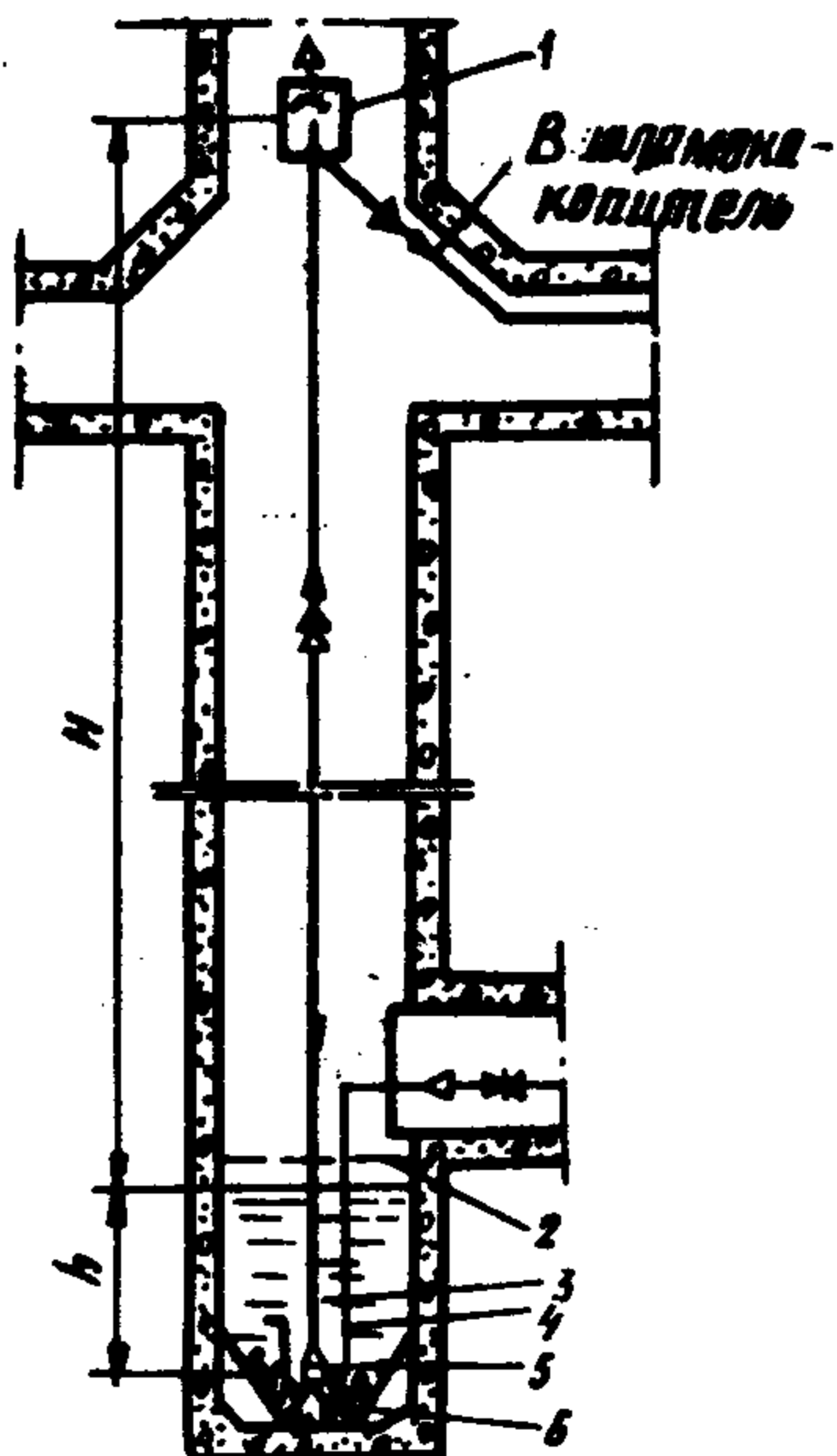


Рис. 3.1. Схема очистки зумпфа стационарным эрлифтом

с размерами отверстий, соответствующими максимальной расчетной крупности просыпающегося твердого, исключает попадание в водосборную часть зумпфа негабаритного твердого материала и посторонних предметов.

Очистка заиленных вертикальных стволов (емкостей) может осуществляться специальным эрлифтом, перемещающимся в вертикальном направлении (рис. 3.2). В этом случае эрлифт через блок подвешивается на канат тихоходной лебедки соответствующей грузоподъемности, которая перемещает его в вертикальном направлении.

Разрыхление уплотнившейся горной массы в стволе достигается с помощью гидравлического рыхлителя, к которому по соответствующему трубопроводу подводится напорная вода от специального насоса или противопожарно-оросительной сети. Перед запуском эрлифта входное сечение подающей трубы смесителя долж-

ального эрлифта является наличие в его смесителе элементов струйного аппарата, что придает ему свойство самовсасывания и возможность полностью удалять жидкость из емкости.

На рис. 3.1 показана схема удаления горной массы из зумпфа скипового ствола стационарно установленным специальным эрлифтом. В нижней части зумпфа, предназначенной для аккумуляции просыпанной горной массы и притока шахтной воды по стволу, устанавливается всасывающее устройство 6. Если погрузить смеситель 5 эрлифта на глубину h и подавать в него сжатый воздух по воздухопроводу 4, то образующаяся водовоздушная смесь будет подниматься по подъемной трубе 3 на высоту H до воздухоотделителя 1. В воздухоотделителе воздух выделяется из потока гидросмеси и уходит в атмосферу, а пульпа по сливному трубопроводу направляется в шламоотделитель. Установленная над поверхностью воды в зумпфе решетка 2

но находиться в приподнятом над слоем твердого материала положении, что обеспечивает запуск установки "на воде". После запуска эрлифт плавно опускают на твердый материал и начинают транспортировать пульпу. Из воздухоотделителя пульпа по сливному трубопроводу поступает в шламо-накопитель или к обезвоживающему устройству. По мере удаления из ствола горной массы эрлифт плавно опускают в вертикальном направлении. При остановке эрлифта его следует приподнять над слоем твердого материала и в течение нескольких минут промыть проточную часть при работе "на воде", что исключит забивку и обеспечит надежный очередной запуск установки. Для вертикального перемещения эрлифта соответствующие участки воздухопровода, трубопровода напорной воды и сливного трубопровода на горизонте околоствольного двора должны выполняться гибкими.

Смеситель с элементами струйного аппарата (рис. 3.3) состоит из цилиндрического коллектора 7, на котором установлен конический сходящийся насадок 4 с основанием, выполненным в виде решетки 6, и подводной трубы 5, расположенной соосно с цилиндрической камерой смешения 3, которая образует кольцевую щель для впуска сжатого воздуха в камеру смешения. Камера смешения 3 соединена с подъемной трубой эрлифта 1 посредством цилиндрического переходного участка 2. Подвод сжатого воздуха к смесителю осуществляется по воздухопроводу 8.

Конструкция воздухоотделителя эрлифтной установки показана на рабочем чертеже С 496.02.000 СБ.

Смеситель с элементами струйного

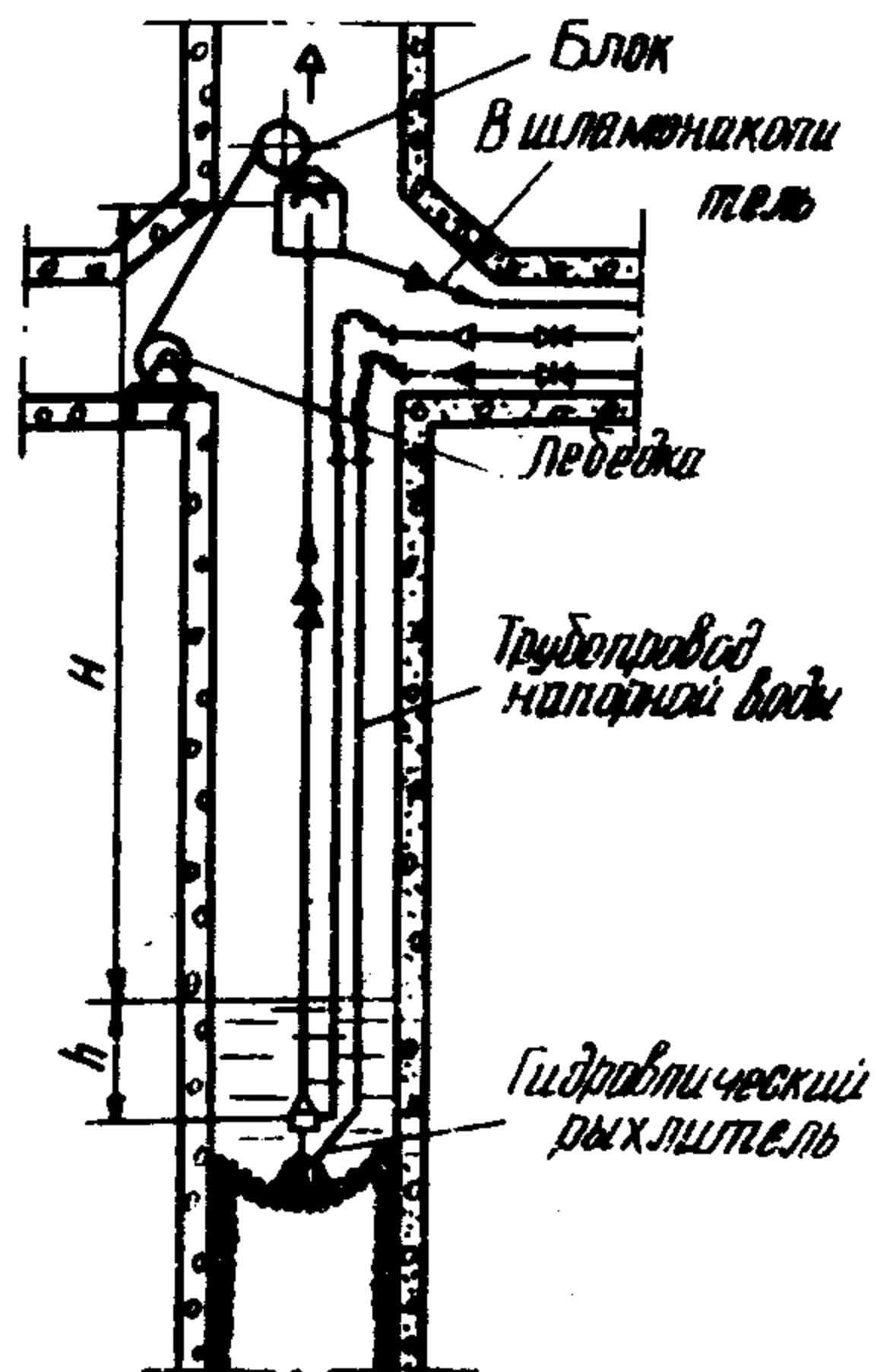


Рис. 3.2. Схема очистки заиленной части ствола перемещающимся эрлифтом

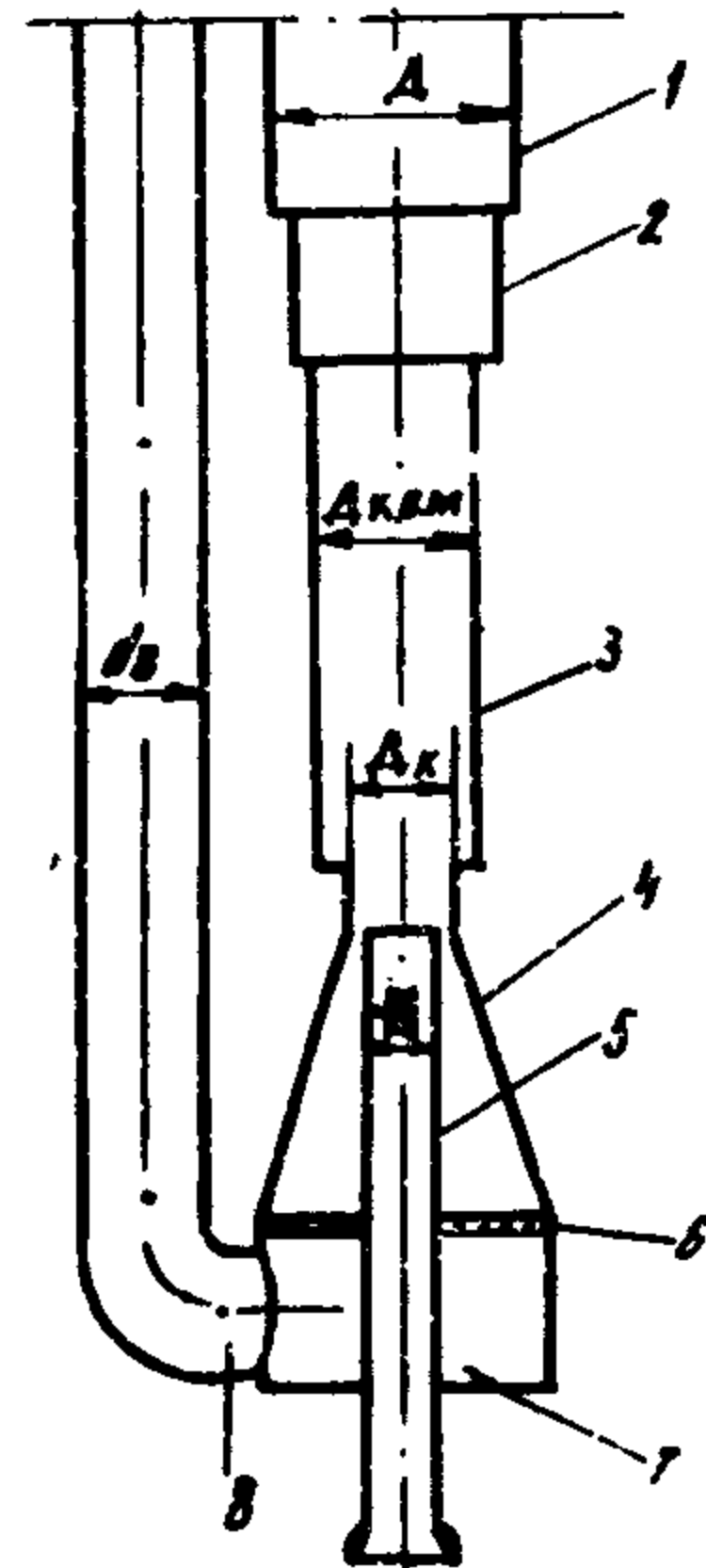


Рис. 3.3. Схема смесителя с элементами струйного аппарата

аппарата позволяет использовать кинетическую энергию сжатого воздуха в кольцевой щели, что обеспечивает повышение коэффициента подачи эрлифта в 1,4-2,7 раза, снижение удельного расхода воздуха на 28-48% по сравнению с эрлифтными установками, оборудованными обычными смесителями (перфорированными или с кольцевым зазором), показанными на рис. 5.2, а также возможность практически полного удаления жидкости из различных емкостей.

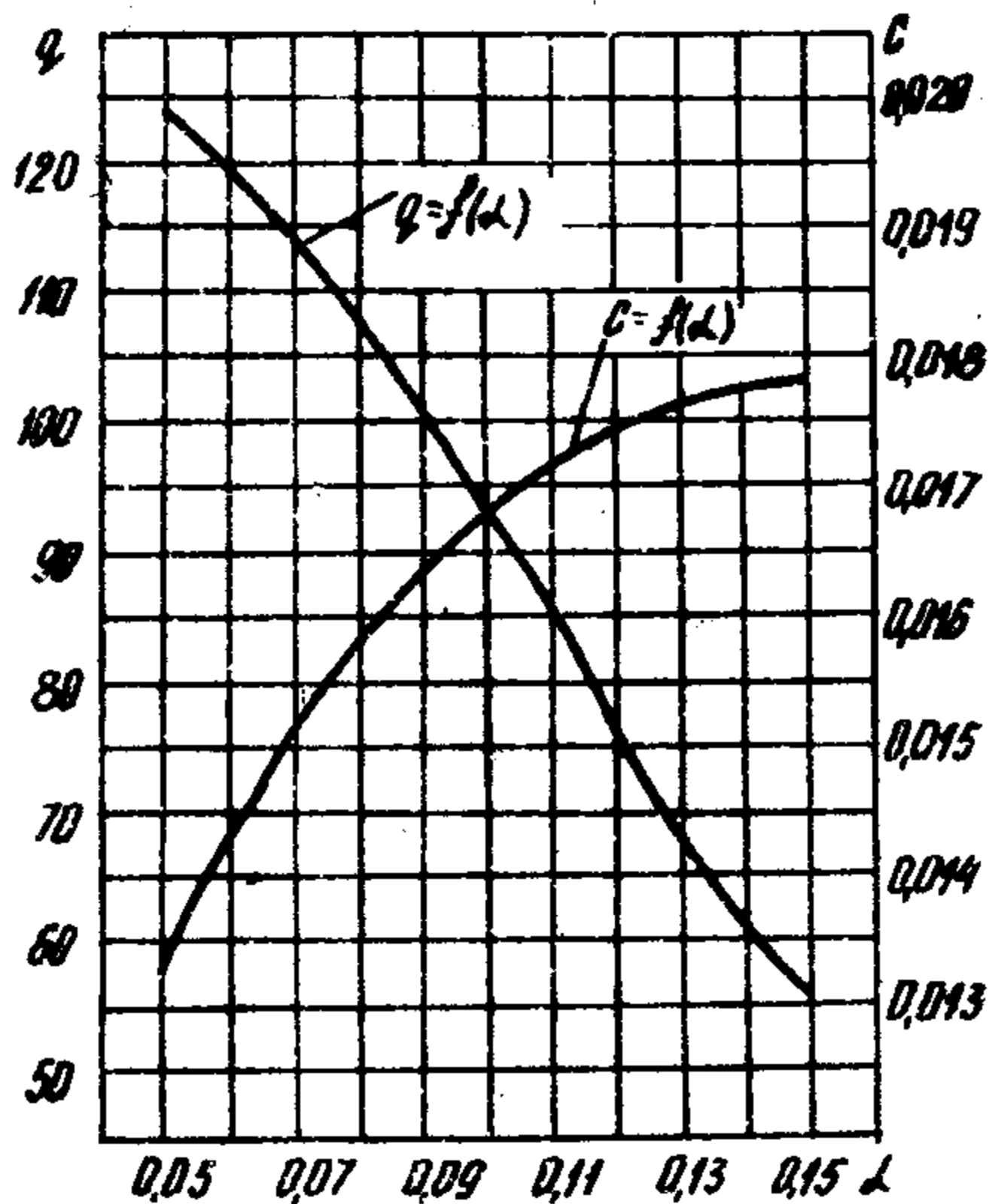


Рис. 3.4. График $C=f(\alpha)$ и $\phi=f(\alpha)$

Определяется относительное погружение смесителя эрлифта

$$\alpha = \frac{h}{h+H} \quad (3.1)$$

По графику (рис. 3.4) в зависимости от величины относительного погружения α определяется коэффициент подачи C и значение удельного расхода воздуха ϕ .

Скорость гидросмеси в подводящей трубе

$$v_n = v_H + K_3 \sqrt{\frac{g d_T}{C_T} \frac{2}{3} \left(\frac{\rho_T}{\rho} - 1 \right)}, \quad (3.2)$$

где v_H — начальная скорость движения гидросмеси ($v_H = 0,5$ м/с);

K_3 — коэффициент запаса ($K_3 = 1,2-1,4$);

C_T — коэффициент сопротивления при движении твердого тела в воде ($C_T = 0,25$).

Диаметр подводящей трубы эрлифта

$$d_n = (2,5-3,0) d_T. \quad (3.3)$$

Подача эрлифтной установки

$$Q_3 = v_n \frac{\pi d_n^2}{4}. \quad (3.4)$$

Диаметр подъемной трубы эрлифта

$$D = 0,01 \left(\frac{Q_3}{C} \right)^{0,4}, \quad (3.5)$$

где D - диаметр подъемной трубы, м;
 Q_3 - подача эрлифта, м³/ч;
 C - коэффициент подачи эрлифта.

Расход сжатого воздуха эрлифтом

$$Q_B = \varphi Q_3. \quad (3.6)$$

Подача эрлифта по твердому

$$Q_T = \varphi_T Q_3, \quad (3.7)$$

где φ_T - объемная концентрация твердого в пульве, которую для $\rho_T = 1600 - 2700$ кг/м³ можно принимать $\varphi_T = 0,17 - 0,11$.

Абсолютное давление в камере смешения

$$P_1 = P_a + \rho \left(gh - \frac{v_n^2}{2\varphi^2} \right), \quad (3.8)$$

где φ - коэффициент скорости ($\varphi = 0,71$);
 P_a - атмосферное давление, Па.

Абсолютное давление сжатого воздуха в смесителе перед кольцевой щелью

$$P_{см} = (1,59 - 1,65) P_1. \quad (3.9)$$

Площадь кольцевой щели для впуска сжатого воздуха в камеру смешения

$$F_k = \frac{P_a}{P_1} \frac{Q_B}{v_1}, \quad (3.10)$$

где v_1 - скорость воздуха в кольцевой щели ($v_1 = 270 - 290$ м/с).

Наружный диаметр кольцевой щели (см. рисунок 3.3 и чертеж С496.05.000 СБ)

$$D_k = \sqrt{\frac{4F_k}{\pi} + (d_n + 2S_5)^2}, \quad (3.11)$$

где S_5 - толщина стенки подводящей трубы, м.

Диаметр воздухопровода

$$d_B = \sqrt{\frac{4Q_B P_a / P_{см}}{\pi v_B}}, \quad (3.12)$$

где v_B - скорость сжатого воздуха в воздухопроводе ($v_B = 25$ м/с),

Зная диаметры подъемной трубы эрлифта D , подводящей трубы d_n и воздухопровода d_B , можно определить остальные размеры смесителя и воздухоотделителя эрлифтной установки, используя чертежи С 496.05.000 СБ и С 496.02.000 СБ, где приведены

необходимые безразмерные соотношения в зависимости от перечисленных выше размеров (D, d_n, d_s).

Ниже приводится пример определения основных параметров эрлифта для очистки приемного колодца насосов главного водоотлива в условиях шахты "Южнодонбасская" № 1 ПО "Донецкуголь" при следующих исходных данных: глубина погружения смесителя $h = 0,5$ м; высота подъема гидросмеси $H = 6,5$ м; максимальный размер куска твердого материала $d_T = 0,015$ м; плотность твердого материала $\rho_T = 2700$ кг/м³.

По зависимости (3.1) определяем относительное погружение смесителя эрлифта

$$\alpha = \frac{0,5}{0,5 + 6,5} = 0,07.$$

Пользуясь рис. 3.4, определяем соответствующие полученному значению α коэффициент подачи эрлифта

$C = 0,0152$ и удельный расход воздуха $\varphi = 113$.

Скорость гидросмеси в подводящей трубе по зависимости

$$(3.2) \quad v_n = 0,5 + 1,2 \sqrt{\frac{9,81 \cdot 0,015}{0,25} \cdot \frac{2}{3} \left(\frac{2700}{1000} - 1 \right)} = 1,48 \text{ м/с.}$$

Диаметр подводящей трубы эрлифта определяем из условия

$$(3.3) \quad d_n = (2,5 - 3) \cdot 0,015 = 0,0375 - 0,045 \text{ м.}$$

По ГОСТ 8732-78 принимаем подводящую трубу с наружным диаметром 60 мм и внутренним диаметром 52 мм.

Подача эрлифтной установки по формуле (3.4)

$$Q_э = 1,48 \frac{3,14 \cdot 0,052^2}{4} = 0,00314 \text{ м}^3/\text{с} = 11,3 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Диаметр подъемной трубы эрлифта по зависимости (3.5)

$$D = 0,01 \left(\frac{11,3}{0,0152} \right)^{0,4} = 0,141 \text{ м.}$$

По ГОСТ 8732-78 принимаем подъемную трубу с наружным диаметром 152 мм и внутренним диаметром 142 мм.

Пересчитываем подачу эрлифта при стандартном диаметре подъемной трубы

$$Q_э = C D^{2,5} = 0,0152 \cdot 14,2^{2,5} = 11,5 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,00321 \text{ м}^3/\text{с.}$$

По зависимости (3.6) определяем расход сжатого воздуха эрлифтом

$$Q_в = 113 \cdot 0,00321 = 0,363 \text{ м}^3/\text{с} = 21,8 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

Подача эрлифта по твердому по зависимости (3.7)

$$Q_T = (0,17 - 0,11) \cdot 0,00321 = (5,46 - 3,53) \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с} = (1,96 - 1,27) \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Абсолютное давление в камере смешения по зависимости (3.8), приняв атмосферное давление $p_a = 101325$ Па (пренебрегая изменением плотности рудничной атмосферы в шахте по сравнению с дневной поверхностью)

$$p_1 = 101325 + 1000 \left(9,81 \cdot 0,5 - \frac{1,48^2}{2 \cdot 0,71^2} \right) = 104060 \text{ Па.}$$

Абсолютное давление сжатого воздуха в смесителе перед кольцевой щелью определяется по зависимости (3.9)

$$p_{см} = (1,59 - 1,65) 104060 = 165460 - 171700 \text{ Па.}$$

Площадь кольцевой щели в смесителе по зависимости (3.10)

$$F_k = \frac{101325}{104060} \cdot \frac{0,363}{290} = 0,00122 \text{ м}^2.$$

Наружный диаметр кольцевой щели в смесителе определяем по зависимости (3.11)

$$D_k = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00122}{3,14} + (0,052 + 2 \cdot 0,004)^2} = 0,072 \text{ м.}$$

Диаметр воздухопровода определяем по зависимости (3.12)

$$d_b = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,363 \cdot \frac{101325}{171700}}{3,14 \cdot 25}} = 0,104 \text{ м.}$$

По ГОСТ 8732-78 принимаем воздухопровод с наружным диаметром 114 мм и внутренним диаметром 106 мм.

Эрлифтная установка оборудуется всасывающим устройством (чертеж С 496.04.000 СБ), все конструктивные размеры которого определяются в зависимости от диаметра подводящей трубы $d_n = 0,052$ м.

Размеры конструктивных элементов смесителя (чертеж С 496.05.000 СБ) определяются в зависимости от диаметров подъемной трубы $D = 0,142$ м, подводящей трубы $d_n = 0,052$ м и воздухопровода $d_b = 0,106$ м.

Воздухоотделитель эрлифта выполняется в соответствии с чертежом С 496.02.000 СБ, где все основные конструктивные размеры выражены относительно диаметра подъемной трубы $D = 0,142$ м.

Специальные эрлифты прошли промышленные испытания и внедрены на шахтах им. А.А.Скочинского ПО "Донецкуголь" для очистки приемного колодца насосов главного водоотлива и в качестве средства водоотлива из зумпфа восточного воздухоподающего ствола № 1; "Южнодонбасская" № 1 ПО "Донецкуголь" для удаления шлама из приемного колодца насосов главного водоотлива и откачки пригока воды из зумпфа вентиляционного ствола № 1; им. Н.А.Изо-

това ПО "Артемуголь" для удаления просыпавшейся горной массы из наклонного ходка скипового ствола № 5-бис; им. Артема ПО "Дзержинскуголь" для удаления горной массы из наклонного ходка скипового ствола.

Применение на перечисленных выше шахтах специальных эрлифтных установок позволило улучшить условия труда, высвободить 18 человек, занятых тяжелым ручным трудом, и получить годовой экономический эффект в сумме 67,1 тыс.руб.

4. СПОСОБ ОЧИСТКИ ВОДОСБОРНЫХ ЕМКостей ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКОЙ

Для очистки водосборных емкостей от ила на шахтах, не имеющих сжатого воздуха, можно использовать установки с вакуумными эрлифтами, которые эффективно и устойчиво работают при

малых относительных погружениях ($\alpha = 0,05 - 0,15$) и абсолютных погружениях не более 3 м. Область рационального использования вакуумных эрлифтов при подаче 10-100 м³/ч, высоте подъема пульпы до 55 м, максимальной крупности твердого до 25 мм.

Установка с вакуумным эрлифтом (рис. 4.1) состоит из подводящей трубы 1, смесителя 2, воздухоподающей трубы 3, подъемной трубы 4, барометрической трубы 5 (трубы гидравлического затвора), воздухоотделителя 6, отсасывающей трубы 7, вакуумного насоса 8, приемной емкости 9, сливной трубы 10, пульповода 11, регулировочной задвижки 12 и всасывающего (дозировочного) устройства 13.

Вакуумным насосом 8 создается разрежение в воздухоотделителе 6, и под действием атмосферного давления в нижней части подъемной трубы 4 происходит подъем жидкости (или пульпы), в результате чего давление в смесителе 2 уменьшается до такой степени, что атмосферный воздух че-

Рис. 4.1. Схема вакуумного эрлифта

рез трубу 3 проникает в смеситель. Здесь, в смесителе 2, образуется водовоздушная смесь, которая по подъемной трубе 4 поднимается в воздухоотделитель 6. Отсюда отделившийся воздух

отсасывается вакуум-насосом 8 и удаляется в атмосферу, а жидкость (или пульпа) по барометрической трубе 5 поступает в приемную емкость 9 и далее по пульповоду 11 сбрасывается по назначению. С помощью сливной трубы 10 и регулировочной задвижки 12 поддерживается необходимый уровень жидкости в приемной емкости.

Всасывающее устройство 13 предназначено для дозированного поступления твердого материала в подводящую трубу 1 и перевода эрлифта на промывку системы водой в конце работы, для того чтобы исключить образование пробок и подготовить установку к очередному нормальному пуску.

На рис. 4.2 показана схема сифонно-вакуумного эрлифта с барометрической трубой 5 U-образной формы, которая одновременно выполняет функцию гидравлического затвора, пульповода и сливной сифонной трубы. На горизонтальном участке 11 барометрической трубы сделаны отверстия, через которые могут засасываться частицы твердого, осевшие в приемной емкости в период стоянки эрлифта. На наклонном участке 10 имеется отверстие 12, соединяющее сифонную трубу с атмосферой, если уровень жидкости в приемной емкости снизится на Δh . Благодаря этому в приемной емкости автоматически обеспечивается уровень жидкости, необходимый для последующего нормального запуска эрлифта в работу. Остальные позиции идентичны позициям 1-9 и 13 рис.4.1. Сифонно-вакуумный эрлифт может использоваться для откачки шахтной воды и мелкозернистого шлама.

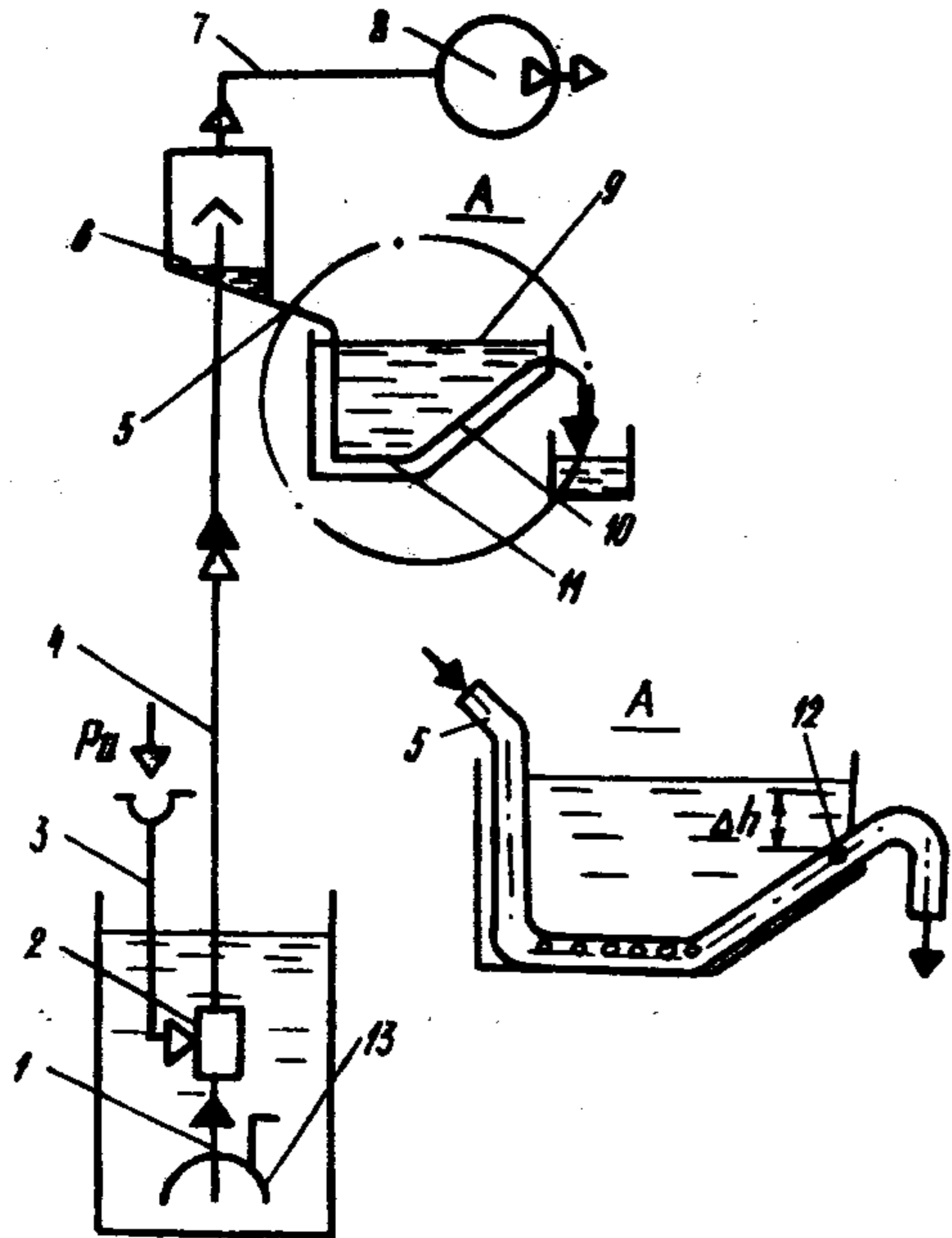


Рис. 4.2. Схема сифонно-вакуумного эрлифта

В установках с вакуумными эрлифтами (см.рис. 4.1), перекачивающими пульпу с частицами твердого материала крупностью 3-50 мм, рекомендуется использовать всасывающее устройство

(чертеж С 496.04.000 СБ), что гарантирует устойчивое дозирование твердого материала, нормальный пуск и остановку системы.

Исходными данными для расчета являются длина подъемной трубы (высота подъема жидкости или пульпы), обусловленная глубиной водоотливной емкости и вакуумом в воздухоотделителе; глубина погружения, зависящая от конструкции нижней части шахтной водоотливной емкости и длины подводящей трубы; подача, обусловленная крупностью твердого материала и его плотностью.

Последовательность расчета основных параметров эрлифта.

Диаметр подводящей трубы

$$d_n = \sqrt{\frac{4 Q_э}{\pi v_n}}, \quad (4.1)$$

где $Q_э$ — подача эрлифта по пульпе;
 v_n — скорость потока.

Диаметр подводящей трубы должен удовлетворять условию $d_n \geq (2,5-3) d_T$. При максимальной крупности твердого $d_T = 25$ мм для очистки зумифов и предварительных отстойников диаметр подводящей трубы должен быть не менее 75 мм; для водозаборных колодцев, где крупность не превышает 10 мм, подводящая труба принимается диаметром 50 мм. При выбранных диаметрах подводящей трубы подача эрлифта должна быть такой, чтобы обеспечить скорость потока v_n не менее 1,4 м/с.

Подача эрлифта

$$Q_э = \frac{\pi d_n^2}{4} v_n. \quad (4.2)$$

Подача эрлифта по твердому

$$Q_T = q_T Q_э. \quad (4.3)$$

Для твердого материала плотностью $\rho_T = 1600-2700$ кг/м³ объемная концентрация твердого в транспортируемой пульпе составляет $q_T = 0,11-0,17$.

Минимальная глубина погружения входного конца подводящей трубы в конце откачки

$$l_n = \frac{v_n^2}{g}, \quad (4.4)$$

где g — ускорение свободного падения ($g = 9,81$ м/с²).

Относительное погружение из условия размещения гидравлического затвора в горных выработках, высоты подъема пульпы и вакуума в воздухоотделителе

$$\alpha = \frac{P_в / \rho g}{H + P_в / \rho g} = \frac{kh}{H + kh}, \quad (4.5)$$

где $P_в$ — вакуум в воздухоотделителе, Па;
 ρ — плотность воды, кг/м³;

h – абсолютное погружение смесителя, м;
 H – высота подъема пулпы, м;
 $K = p_в / \rho g h$ – опытный коэффициент (табл. 4.1).

Таблица 4.1.

Результаты экспериментального исследования сифонно-вакуумного эрлифта

Опытные величины	$h, м$				
	0,05	0,10	0,20	0,30	0,50
$H, м$	4,04	3,84	3,63	3,47	3,02
$p_в / \rho g, м$	1,71	1,86	1,97	2,02	2,28
$H + p_в / \rho g, м$	5,75	5,70	5,60	5,49	5,30
α	0,30	0,32	0,35	0,37	0,43
K	34,2	18,6	9,85	6,70	4,58
$\alpha' = h / (H + h)$	0,012	0,025	0,052	0,079	0,142

Как видно из табл. 4.1, коэффициент K в значительной мере зависит от абсолютного погружения смесителя h . Задавшись значением $h \approx 0,2-0,3$ м, далее определяют $p_в / \rho g$ и α .

Заметим, что α – условное относительное погружение сифонно-вакуумного эрлифта, а α' (см. таблицу 4.1) – относительное погружение обычного эрлифта.

Зная α , по рис. 4.3 находят удельный расход воздуха q .

Объемный расход воздуха эрлифтом

$$Q_B = q Q_э. \quad (4.6)$$

По расходу Q_B и разрежению $p_в$ выбирается вакуумный насос или другие средства, необходимые для создания требуемого вакуума.

Диаметр подъемной трубы

$$D \leq \sqrt{\frac{4 Q_э}{\pi v_n} \sqrt{1 + q}}. \quad (4.7)$$

Выбрав по ГОСТ 8732-78 диаметр трубы D и пользуясь чертежами С 496.06.000 СБ, С 496.07.000 СБ, С 496.03.000 СБ, устанавливают конкретные размеры для проектируемого эрлифта (на указанных чертежах даны относительные размеры элементов эрлифта в долях D).

Гидравлический затвор вакуумного эрлифта (см. рис. 4.1 и

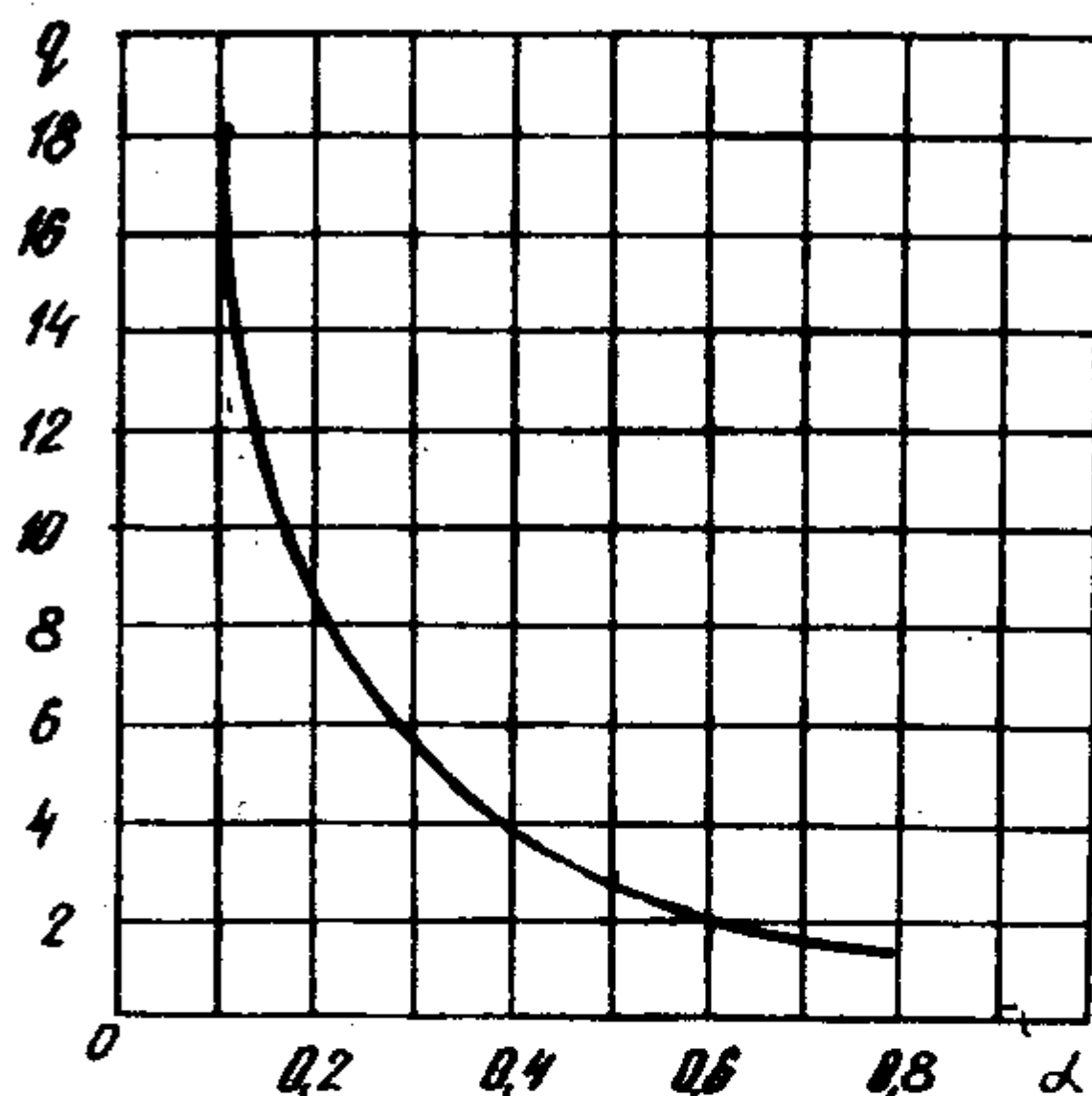


Рис. 4.3. График $q = f(\alpha)$ вакуумного эрлифта при гидравлическом уклоне $i = 0,02$

рис. 4.4) рассчитывается из условия обеспечения в барометрической трубе скорости пульсы 1,5-2,0 м/с, достаточной для транспортировки кусков породы плотностью $\rho_T = 2500 \text{ кг/м}^3$ и крупностью до 50 мм.

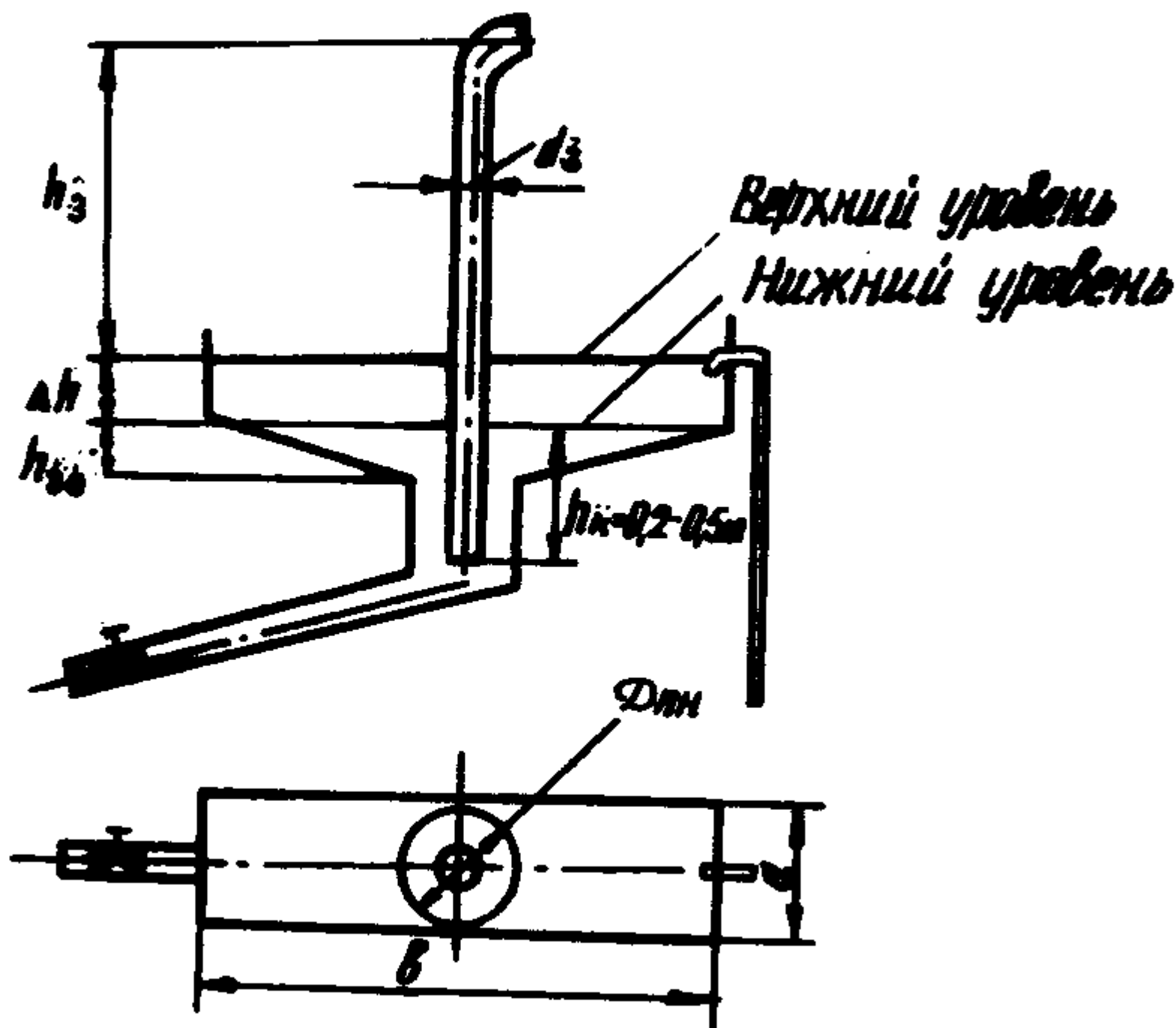


Рис. 4.4. Схема гидрозатвора и приемной емкости

Расчетная высота столба воды в барометрической трубе (см. рисунок 4.4), обеспечивающая надежный гидравлический затвор

$$h_3 = 1,2 \frac{\rho_g}{\rho g} \quad (4.8)$$

Высота остаточного уровня жидкости в приемной емкости θ

$$h_{3\theta} = 0,1 \frac{\rho_g}{\rho g} + 0,2 \text{ м}, \quad (4.9)$$

Минимальное погружение нижнего конца барометрической трубы под уровнем жидкости в приемной емкости

$$h_k = 0,2 - 0,5 \text{ м}. \quad (4.10)$$

Объем воды, необходимый для заполнения барометрической трубы в период пуска эрлифта

$$W_3 = F_3 \ell = \frac{\pi d_3^2}{4} \ell, \quad (4.11)$$

где W_3 — объем воды;
 F_3 — площадь сечения барометрической трубы;
 ℓ, d_3 — соответственно длина и диаметр барометрической трубы.

Понижение уровня воды Δh в приемной емкости при заполнении барометрической трубы в период пуска эрлифта

$$\Delta h = \frac{W_3}{F_n} = \ell \frac{F_3}{F_n} = \ell \frac{\pi d_3^2}{4 a b}, \quad (4.12)$$

где Δh — изменение уровня воды;
 F_n — площадь зеркала воды в приемной емкости.

Диаметр нижней части приемной емкости

$$D_{пн} = d_{3н} + 6 d_T, \quad (4.13)$$

где $d_{3н}$ — наружный диаметр барометрической трубы,
 d_T — максимальная крупность частиц твердого материала.
 Нижняя часть приемной емкости выполняется с наклоном,

обеспечивающим смык твердых частиц. Форма приемной емкости выбирается из удобства размещения ее в горных выработках.

Пример расчета вакуумного эрлифта для очистки зумфа скипового подъема шахты "Коммунист" ПО "Октябрьуголь".

Исходные данные: высота подъема пулы $H=11,5$ м; максимальная крупность твердого материала $d_T=25$ мм; подача эрлифта $Q_3=30$ м³/ч.

Диаметр подводной трубы согласно уравнению (4.1).

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot 30}{\pi \cdot 1,4 \cdot 3600}} = 0,088 \text{ м.}$$

По ГОСТ 8732-78 принимаем трубу с наружным диаметром 0,095 м и внутренним диаметром 0,085 м. Отношение $\frac{d_n}{d_T} = \frac{0,085}{0,025} = 3,4$, что удовлетворяет условиям транспортировки гидросмеси.

Действительная скорость потока

$$v_n = \frac{30}{\frac{\pi \cdot 0,085^2 \cdot 3600}{4}} = 1,5 \text{ м/с.}$$

Подача эрлифта по твердому согласно уравнению (4.3)
 $Q_T = (0,17 - 0,11) 30 = 5,1 - 3,3$ м³/ч.

Минимальная глубина погружения входного конца подводной трубы в конце откачки согласно уравнению (4.4)

$$l_n = \frac{1,5^2}{9,81} = 0,23 \text{ м.}$$

Приняв абсолютное погружение смесителя $h=0,25$ м и пользуясь данными табл. 4.1, находим разрежение в воздухоотделителе $P_2 = 19,6 \cdot 10^3$ Па ($P_2/\rho g = 2$ м).

Тогда относительное погружение эрлифта согласно уравнению (4.5)

$$\alpha = \frac{2}{11,5 + 2} = 0,15.$$

Удельный расход воздуха определяем по графику $q = f(\alpha)$ (см. рисунок 4.3). При $\alpha = 0,15$ удельный расход воздуха составит $q = 12$ м³/м³.

Объемный расход воздуха эрлифтом

$$Q_4 = 12 \cdot 30 = 360 \text{ м}^3/\text{ч} = 6,0 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

Выбираем водокольцевой вакуумный насос ВВН-6 с подачей 6 м³/мин при вакууме 70%. Мощность электродвигателя 17 кВт.

Диаметр подъемной трубы согласно уравнению (4.7)

$$D \leq \sqrt{\frac{4 \cdot 30}{3,14 \cdot 1,5 \cdot 3000}} \sqrt{1 + 12} = 0,158 \text{ м.}$$

По ГОСТ 8732-78 принимаем трубу с наружным диаметром 159 мм и внутренним диаметром 150 мм. Пользуясь рабочими чертежами С 496.06.000 СБ, С 496.07.000 СБ, С 496.03.000 СБ, где указаны относительные размеры, устанавливаем конкретные размеры элементов эрлифта.

Эрлифтная установка оборудуется всасывающим устройством (чертеж С 496.04.000 СБ), все конструктивные размеры которого определяются в зависимости от диаметра подводимой трубы $d_n = 85$ мм.

Опыт эксплуатации вакуумных эрлифтных установок на шахтах "Лидиевка" (на очистке коллектора главной водоотливной установки), "Кировская" ПО "Донецкуголь" (на очистке предварительного отстойника главной водоотливной установки) и "Коммунист" ПО "Октябрьуголь" показал, что при этом сокращается обслуживающий персонал и обеспечиваются безопасные условия его работы, так как только раз в сутки приходится производить осмотр установки и ее запуск. Экономия от применения только одной установки для очистки зумпфа скипового ствола шахты "Коммунист" составляет 12,7 тыс.руб. в год. Численность рабочих сократилась на два человека.

5. СПОСОБ ОЧИСТКИ ВОДОСБОРНЫХ ЕМКостей И ВОДОУТЛИВ ЭРЛИФТНЫМИ УСТАНОВКАМИ

Применение эрлифтных установок рекомендуется для откачки воды с нижележащих горизонтов, из зумпфов стволов, а также для очистки водосборных емкостей от осаждающихся в них частиц угля и породы. Они имеют ряд существенных преимуществ, таких, как простота и высокая надежность, малые размеры в плане, нечувствительность к затоплению, саморегулирование на приток и отсутствие обслуживающего персонала.

Использование эрлифтных установок на шахтном водоотливе позволяет ликвидировать насосные камеры, повысить его надежность и значительно снизить затраты тяжелого ручного труда по очистке водосборных емкостей.

Схема эрлифтной установки показана на рис. 5.1.

Работа установки осуществляется следующим образом: при открытии задвижки на воздухопроводе в сжатый воздух от компрессорной станции (или отдельного компрессора) подается в смеситель 4, где происходит процесс смешивания его с водой или пульпой, поступающей из водосборника 1 через всасывающее уст-

ройстве 2 и подводящую трубу 3. Из смесителя 4 водовоздушная смесь по подъемному трубопроводу 5 движется вверх и поступает в воздухоотделитель 8, где происходит ее разделение – воздух уходит в атмосферу, а вода или пульпа по сливному трубопроводу 7 отводится в водосборную емкость или осветляющее (обезвоживающее) устройство.

Схемы смесителей и воздухоотделителя показаны на рис. 5.2 и рис. 5.3.

Для обеспечения расчетной подачи сжатого воздуха в эрлифт при его наладке необходимо установить ограничитель на запорный орган задвижки, так как подача меньшего или большего по сравнению с расчетным расходом сжатого воздуха приводит к изменению подачи эрлифта и снижению его экономичности в связи с изменением рабочего режима. Работа эрлифта продолжается до тех пор, пока в его смеситель подается необходимый расход сжатого воздуха. При работе эрлифта не требуется присутствие обслуживающего персонала.

Исходными данными для расчета эрлифтной установки являются подача Q_a (часто принимается равной притоку), высота подъема H и геометрическое погружение смесителя h (геометрическое погружение принимается максимальным для каждого конкретного условия).

По конкретным значениям H и h определяется относительное погружение смесителя α

$$\alpha = \frac{h}{H + h} \quad (5.1)$$

По экспериментальным кривым (рис. 5.4), зная α и h , определяется удельный расход воздуха q .

По удельному расходу и подаче эрлифта опре-

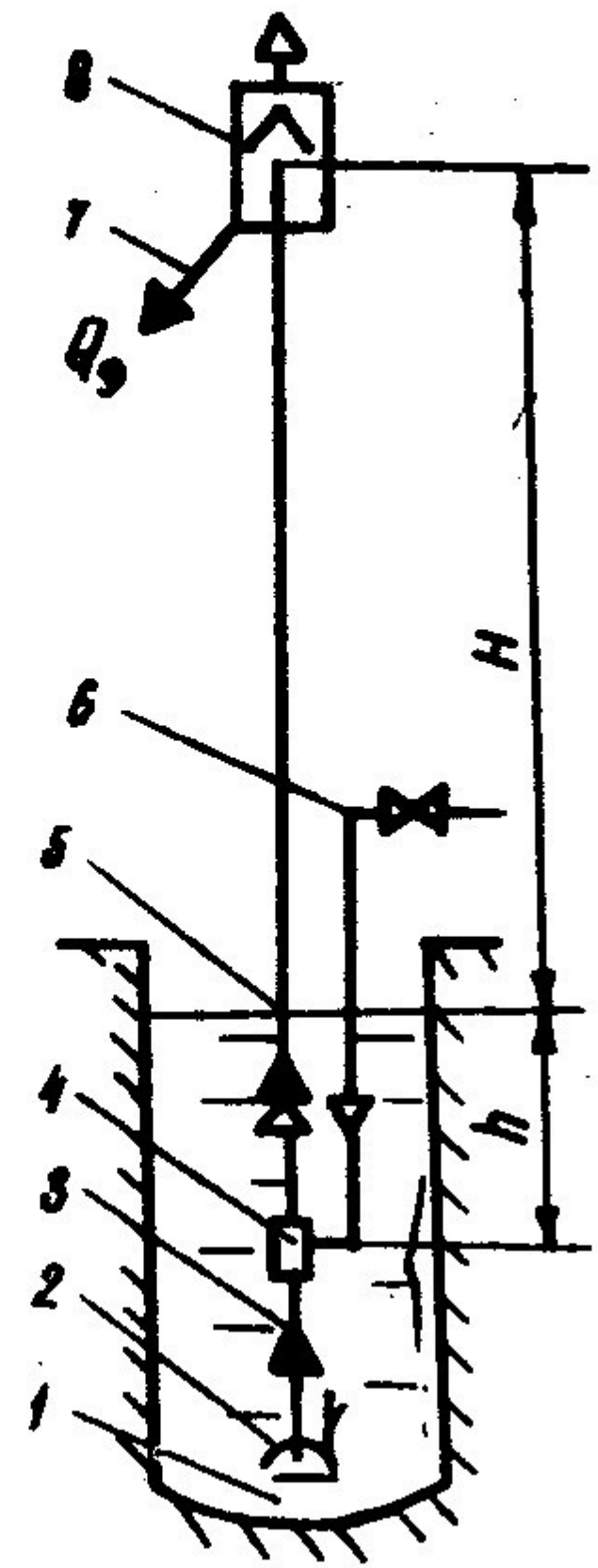


Рис. 5.1. Схема эрлифтной установки

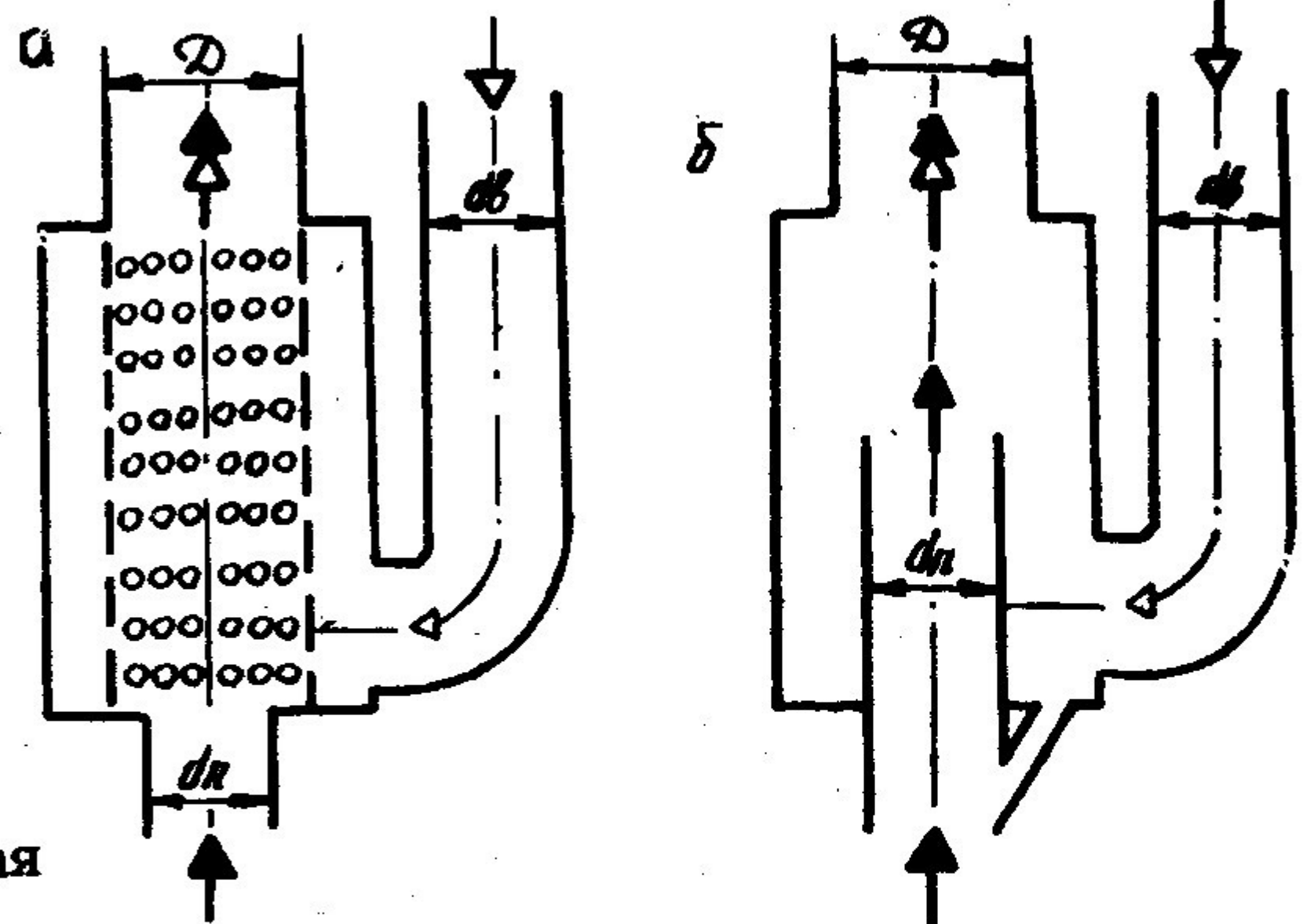


Рис. 5.2. Схемы смесителей эрлифтов: а – с перфорированной трубой; б – с кольцевым зазором

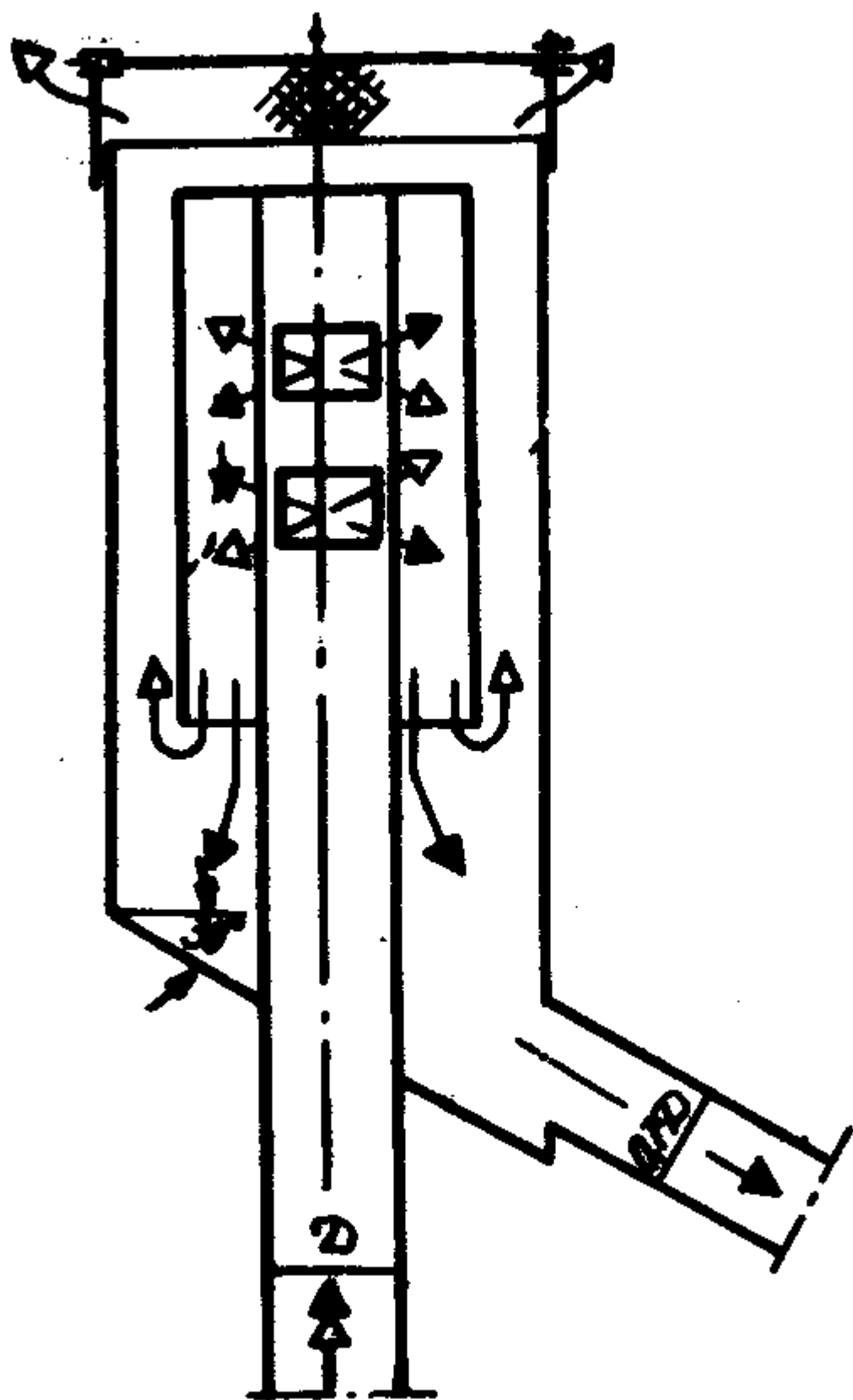


Рис. 5.3. Схема воздухоотделителя

деляется потребный расход воздуха

$$Q_a = q Q_3. \quad (5.2)$$

Необходимое давление сжатого воздуха у смесителя

$$P_{см} = \rho g h, \quad (5.3)$$

где $P_{см}$ — давление, Па;
 ρ — плотность воды, кг/м³.

Диаметр подъемной трубы эрлифта определяется по зависимости

$$D = 0,01 \left(\frac{Q_3}{C} \right)^{0,4}, \quad (5.4)$$

где D — внутренний диаметр трубы, м;
 Q_3 — подача эрлифта, м³/ч;
 C — коэффициент подачи эрлифта, определяемый по графику (рис. 5.5) в зависимости от d и h .

Диаметр воздухоподающего трубопровода определяется из условия средней скорости движения в нем

сжатого воздуха $U_s = 10-20$ м/с по зависимости

$$d_b = 65 \sqrt{\frac{Q_a}{P_c + \rho g h}}, \quad (5.5)$$

где d_b — внутренний диаметр воздухопровода, м;

Q_a — расход воздуха эрлифтом, м³/мин;

P_c — давление сжатого воздуха в пневмосети, Па.

Диаметр подводящего трубопровода d_n определяется из условия средней скорости движения в нем воды или пульпы 2-2,5 м/с и должен быть не менее $2,5d_T$, где d_T — максимальный размер поднимаемого твердого. Длина подводящего трубопровода принимается равной $(0,03-0,05)h$.

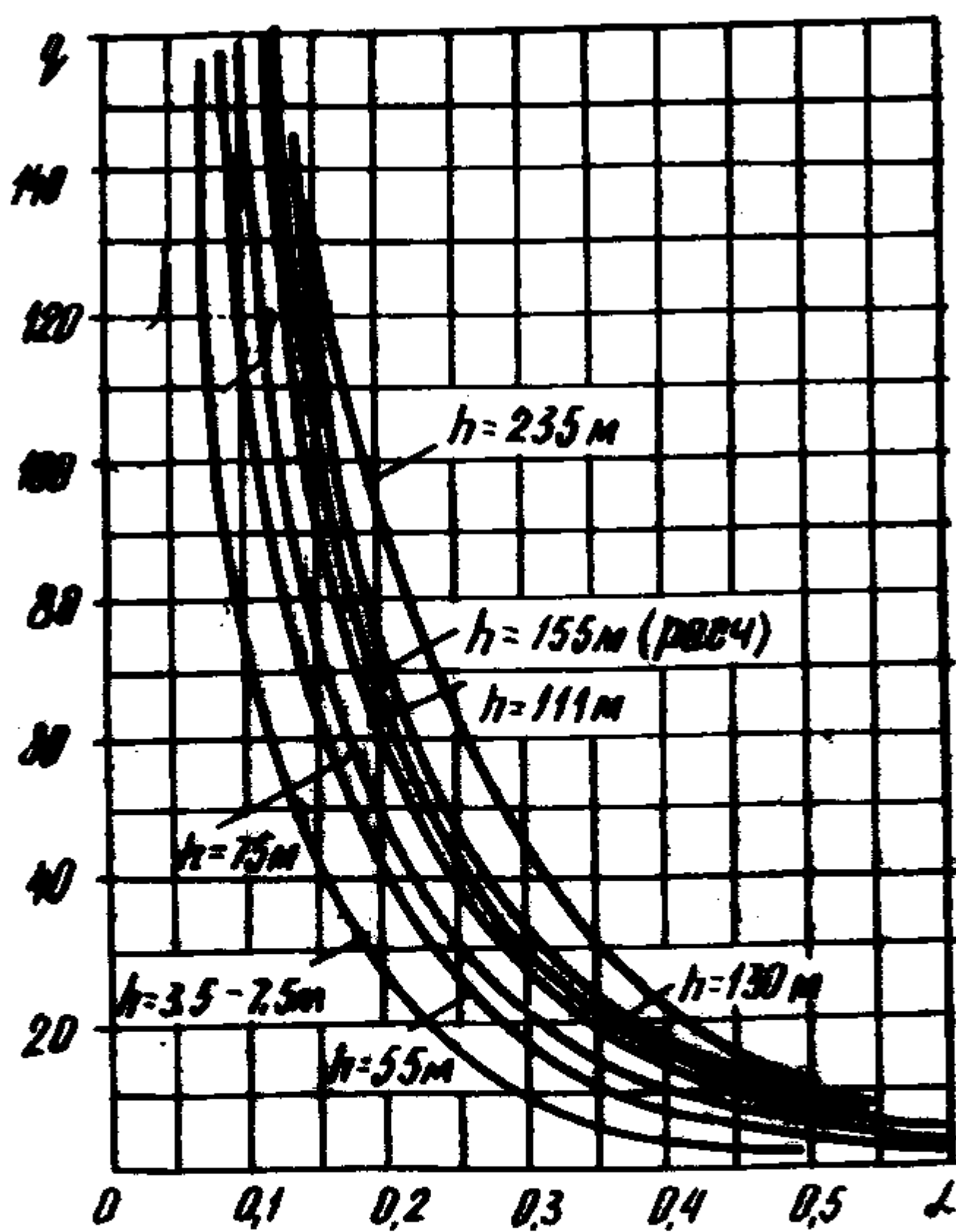


Рис. 5.4. График $q = f(h, d)$ эрлифтов с $\alpha \geq 0,15$

Всасывающее устройство применяется в случае значительного

го просыпания угля и породы в откачиваемую ёмкость и служит для обеспечения нормального запуска эрлифта при наличии слоя твердого на входе в подводный трубопровод.

Общий вид и детали всасывающего устройства в безразмерных параметрах в зависимости от диаметра подводного трубопровода приведены на чертеже С 496.04.000 СБ.

При значениях относительного погружения $\alpha \geq 0,15$ применяются смесители, схемы которых приведены на рис. 5.2. Смеситель с перфорированной трубой (см. рисунок 5,2а) применяется обычно при работе на воде, а смеситель с кольцевым зазором (см. рисунок 5.2,б) — при работе на пульсе.

Общий вид и детали данного смесителя в безразмерных параметрах в зависимости от диаметра подъемного трубопровода D приведены на чертеже С 496.06.000 СБ. Количество перфорированных отверстий определяется из условия равенства их суммарной площади трем площадям сечения воздухопровода.

Воздухоотделитель предназначен для снижения скорости аэрогидросмеси и ее деаэрации (см. рис.5.3). Общий вид и детали воздухоотделителя в безразмерных параметрах в зависимости от диаметра подъемной трубы приведены на чертеже С 496.02.000 СБ.

Приведенная методика расчета и конструкции узлов относятся к эрлифтам, имеющим относительное погружение $\alpha \geq 0,15$ и предназначенным для откачки воды и пульсы с объемной концентрацией $q_T \leq 0,2$ при давлении в смесителе $p_{см} > p_a$. Если указанные параметры отличаются от приведенных выше, то тогда необходимо применять специальные эрлифты. Их конструкция и расчет отличаются от описанных выше.

Пример расчета эрлифтной зумфовой водоотливной установки клетового ствола № 8А шахты им. А.И.Гаевского ПО "Артемуголь"

Исходные данные: глубина погружения $h = 20$ м; высота подъема $H = 40$ м; приток воды в зумф $Q = 20$ м³/ч.

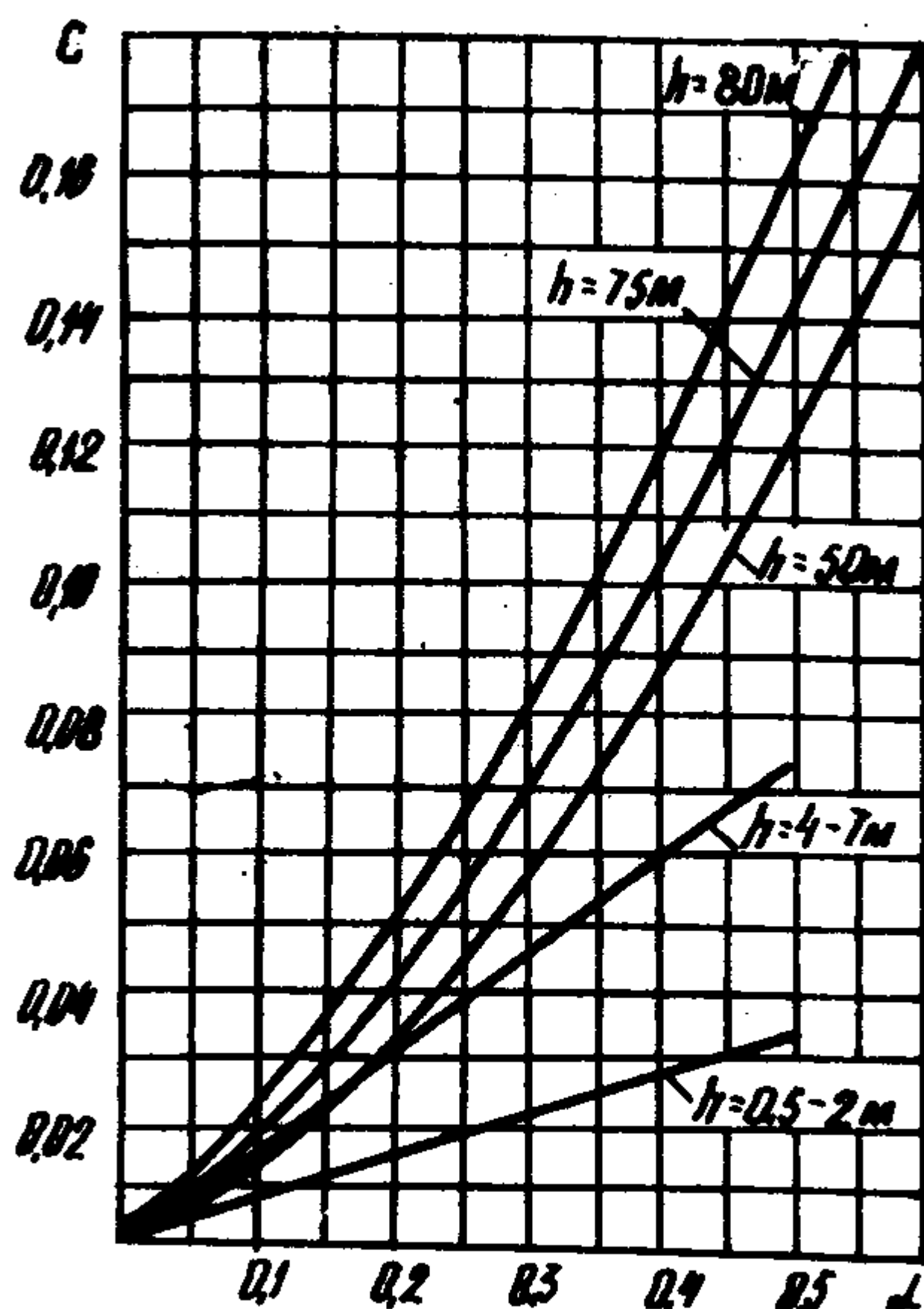


Рис. 5.5. График $C = f(h, \alpha)$ эрлифтов с $\alpha \geq 0,15$

Относительное погружение эрлифта согласно уравнению (5.1)

$$\alpha = \frac{20}{40+20} = 0,33.$$

Приняв подачу эрлифта, равной притоку ($Q_3=Q$), определяем диаметр подъемной трубы по уравнению (5.4)

$$D = 0,01 \left(\frac{20}{0,065} \right)^{0,4} = 0,089 \text{ м.}$$

Коэффициент подачи эрлифта, найденный по графику (см. рисунок 5.5) $C = 0,065$.

Приняв трубопровод стандартного диаметра $D' \geq D$ (по ГОСТ 8732-78 наружный диаметр 108 мм и внутренний 100 мм), определяем фактическую подачу эрлифта

$$Q_3 = \frac{C(D')^{2,5}}{0,01^{2,5}} = 10^5 \cdot 0,065 \cdot 0,1^{2,5} = 20,6 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

По уравнению (5.2) определяем потребный расход сжатого воздуха

$$Q_в = 12 \cdot 20,6 = 247 \text{ м}^3/\text{ч} \approx 4,2 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

Согласно графику (см. рис. 5.4) при $\alpha = 0,33$ и $h = 20$ м удельный расход сжатого воздуха $q = 12 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

Необходимое давление сжатого воздуха у смесителя определяем по уравнению (5.3)

$$P_{см} = 1000 \cdot 9,81 \cdot 20 = 196200 \text{ Па} \approx 0,2 \text{ МПа.}$$

Размеры всасывающего устройства, смесителя и воздухоотделителя определяются исходя из принятого диаметра подъемной трубы D по чер.эжам С 496.02.000 СБ, С 496.04.000 СБ и С 496.06.000 СБ.

В настоящее время эрлифтные установки находятся в эксплуатации на следующих шахтах: им. А.И. Гаевого ПО "Артем-уголь" - зумпфовые водоотливные установки клетевых стволов № 8А и № 8Б ($h = 20-25$ м, $H = 35-40$ м, $Q_3 = 15-20 \text{ м}^3/\text{ч}$);

"Кондратьевка" шахтоуправления "Александр-Запад" ПО "Артем-уголь" - зумпфовая водоотливная установка клетевого ствола № 1 ($h = 4-6$ м, $H = 12-10$ м, $Q_3 = 15 \text{ м}^3/\text{ч}$);

"Юный коммунарь" ПО "Орджоникидзеуголь" - два эрлифта в клетевом стволе ($h = 10$ м, $H = 130$ м, $Q_3 \approx 15 \text{ м}^3/\text{ч}$);

"Ольховатская" ПО "Орджоникидзеуголь" - на зумпфовом водоотливе клетевого ствола № 2 ($h = 20$ м, $H = 15$ м, $Q_3 = 1 \text{ м}^3/\text{ч}$) и на проходке клетевого ствола ($h = 35-40$ м, $H = 155-160$ м, $Q_3 = 1-2 \text{ м}^3/\text{ч}$);

"Булавинская" ПО "Орджоникидзеуголь" - на зумпфовом во-

доотливе грузо-людского ствола № 6 ($h=25$ м, $H=120$ м, $Q_3=10$ м³/ч);

"Красный Профитерн" ПО "Орджоникидзеуголь" – на зумпфовом водоотливе клетового ствола № 2 ($h=10$ м, $H=40$ м, $Q_3=10$ м³/ч).

Аналогичные установки в настоящее время сооружаются и на других угольных шахтах Центрального района Донбасса. Ввод в эксплуатацию перечисленных выше эрлифтных установок позволил повысить надежность зумпфовых водоотливов и снизить трудоемкость их эксплуатации, так как с применением эрлифтов прекратилось затопление зумпфов, на ликвидацию последствий которого ранее затрачивался ручной труд. Повышение надежности зумпфового водоотлива приводит к снижению внеплановых простоев подъемных установок, повышая ритмичность работы всей шахты.

6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ГИДРОЭЛЕВАТОРОВ ДЛЯ ВОДООТЛИВА

Гидроэлеваторы рекомендуется применять для откачки воды непосредственно из забоя выработок, проводимых в абразивных породах, вместо быстро изнашиваемых и неудобных в эксплуатации винтовых (1В 20/10) и центробежных с пневмоприводом (Н-1М) насосов. Кроме того, гидроэлеваторы могут быть эффективно использованы в качестве перекачных средств в новой схеме водоотлива НУО-1 ДПИ (см. раздел 7), исключая применение ручного труда по очистке емкостей, а также для очистки водосборников, предварительных отстойников и зумпфов скиповых стволов при наличии шламонакопителей.

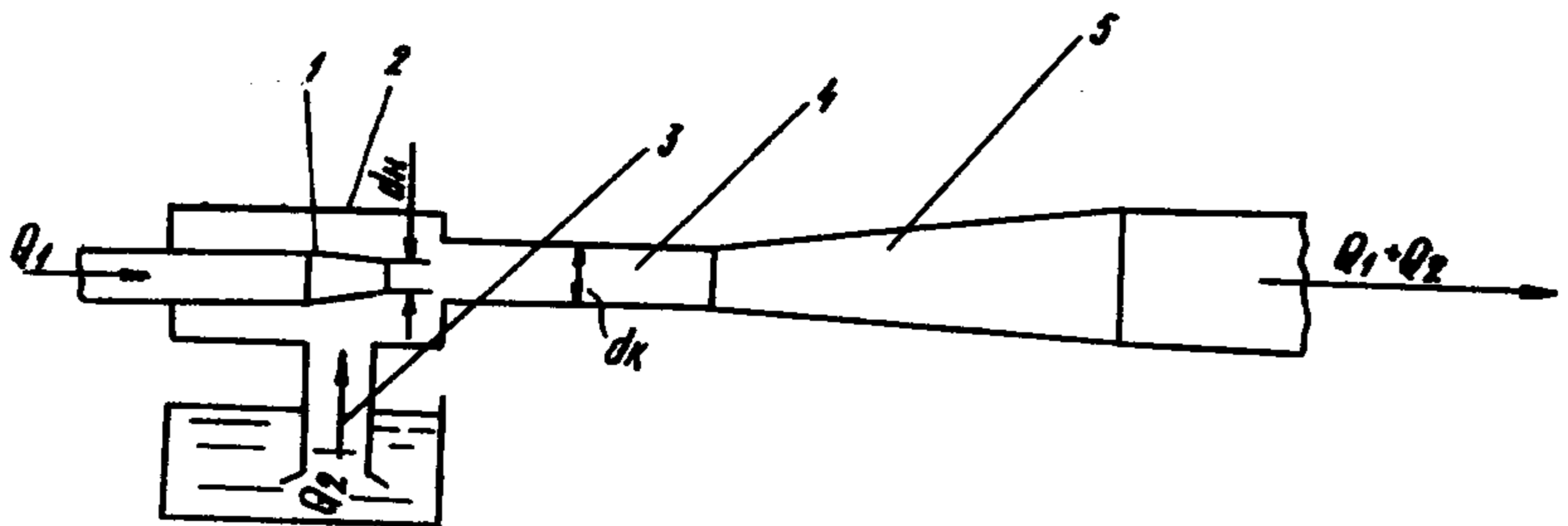


Рис. 6.1. Схема гидроэлеватора

Гидроэлеватор – струйный насос, который состоит из насадка (сопла) 1 (рис. 6.1), приемной камеры 2, патрубка 3 для подвода инжестируемой жидкости Q_2 , камеры смешения 4 и диффу-

зора 5. Поток рабочей жидкости Q_1 , проходя через насадок 1, увеличивает свою скорость, вследствие чего снижается давление в камере 2, куда подсасывается инжектируемая жидкость Q_2 . В результате перемешивания потоков в камере смешения 4 происходит передача энергии от рабочей жидкости инжектируемой. В диффузоре 5 происходит преобразование кинетической энергии смешанного потока в потенциальную.

Основным параметром гидроэлеватора является его модуль m

$$m = \frac{F_k}{F_n} = \left(\frac{d_k}{d_n} \right)^2, \quad (6.1)$$

где F_k, d_k — соответственно площадь сечения и диаметр камеры смешения;

F_n, d_n — соответственно площадь и диаметр насадка.

Экспериментами установлена зависимость между модулем и коэффициентом напора гидроэлеватора $m = f(k)$.

Коэффициент напора

$$k = \frac{H_2}{H_1}, \quad (6.2)$$

где H_2 — напор гидроэлеватора, м;

H_1 — напор перед насадком, м.

Зависимость $m = f(k)$ показана на рис. 6.2.

Для выбора схемы и расчета передвижной водоотливной установки с забойным гидроэлеватором необходимы следующие исходные данные: приток воды в забой $Q_{пр}$; длина проводимой выработки L ; угол наклона выработки к горизонту α .

Подача гидроэлеватора Q_2 должна быть

$$Q_2 = (2-3) Q_{пр}. \quad (6.3)$$

Рекомендуемое для расчета максимальное значение коэффициента напора гидроэлеватора $k_{max} = 0,24$ при модуле $m = 4$. Ориентировочный расход рабочей воды при указанных параметрах гидроэлеватора

$$Q'_1 = (1,0-1,25) Q_2. \quad (6.4)$$

Суммарный расход рабочей и откачиваемой из забоя воды по напорному трубопроводу гидроэлеватора

$$Q'_1 + Q_2 = (2,0-2,25) Q_2. \quad (6.5)$$

Напор гидроэлеватора H'_2 , необходимый для откачки воды из конечной точки проводимой выработки на вышележащий горизонт

$$H'_2 = L (\sin \alpha + i_v), \quad (6.6)$$

где L — длина выработки;

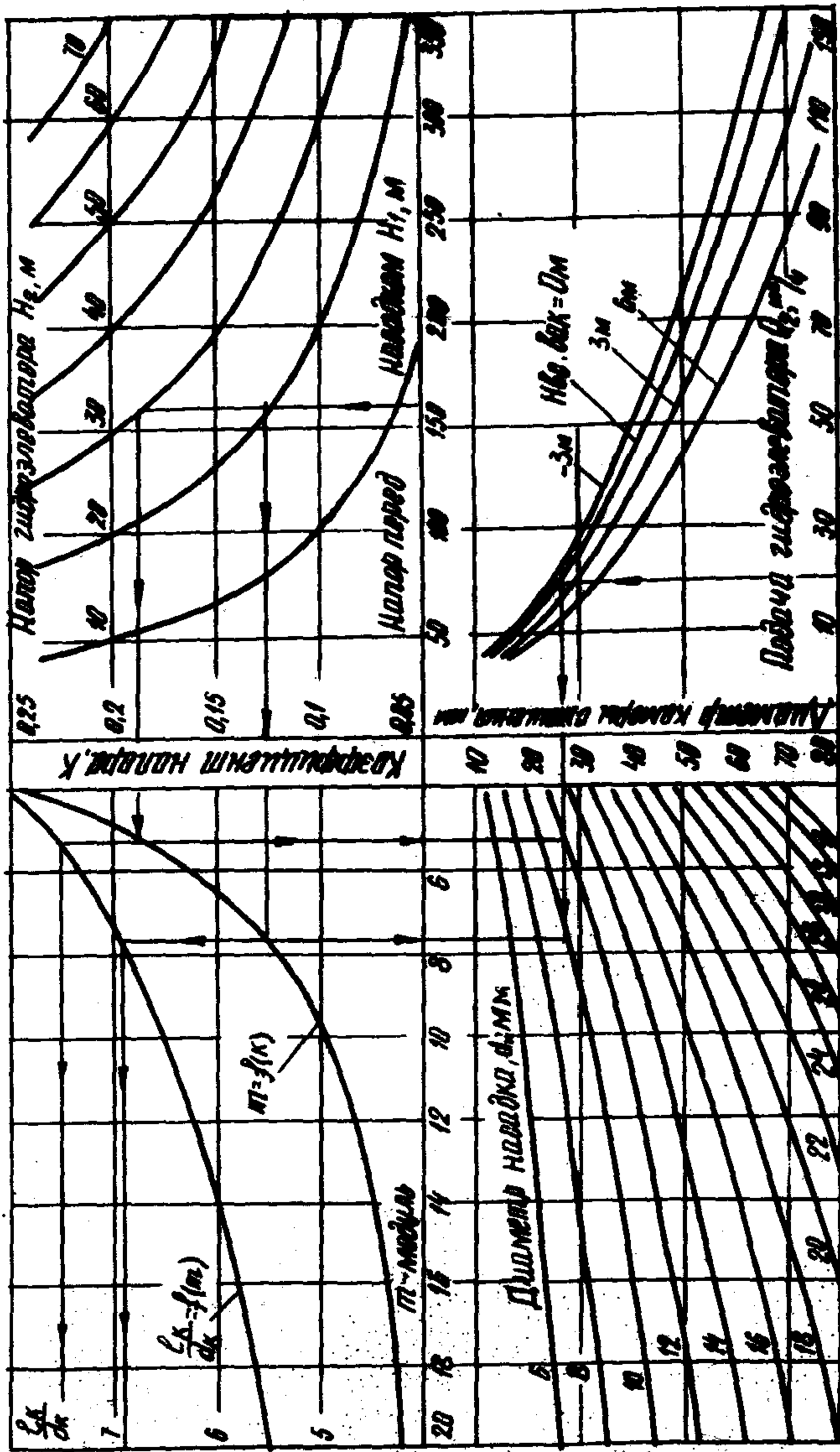


Рис. 6.2. Номограмма для расчета параметров гидроэлеватора

α – угол наклона выработки к горизонту;
 i_1 – гидравлический уклон напорного трубопровода гидроэлеватора при расходе $Q_1 + Q_2$ (принимается по табл. 6.1).

Таблица 6.1

Значения гидравлических уклонов трубопроводов

Показатели	Диаметр трубопровода, 100 мм					Диаметр трубопровода 125 мм				
	Расход по трубопроводу $Q_1 + Q_2$, м ³ /ч									
	20	30	40	50	60	30	40	50	60	70
Гидравлический уклон	0,022	0,04	0,075	0,11	0,16	0,008	0,014	0,022	0,032	0,043

Если расчетная величина необходимого напора не превышает 50–60 м, можно обеспечить прямую откачку воды из забоя на вышележащий горизонт гидроэлеватором 1, и схема водоотливной установки (рис. 6.3) упростится. Перекачная емкость и насос 2 могут быть расположены на штреке. Вся подача насоса используется в качестве рабочей воды для гидроэлеватора. Ориентировочная подача насоса Q_1 должна быть не менее $1,25 Q_2$. Необходимый напор центробежного насоса H'_H

$$H'_H = \frac{H'_2}{K_{\max}} - L(\sin \alpha - i'), \quad (6.7)$$

где K_{\max} – рекомендуемое для расчета максимальное значение коэффициента напора гидроэлеватора ($K_{\max} = 0,24$);
 i' – гидравлический уклон трубопровода, подводящего рабочую воду к насадку (принимается по табл. 6.1 при расходе Q_1).

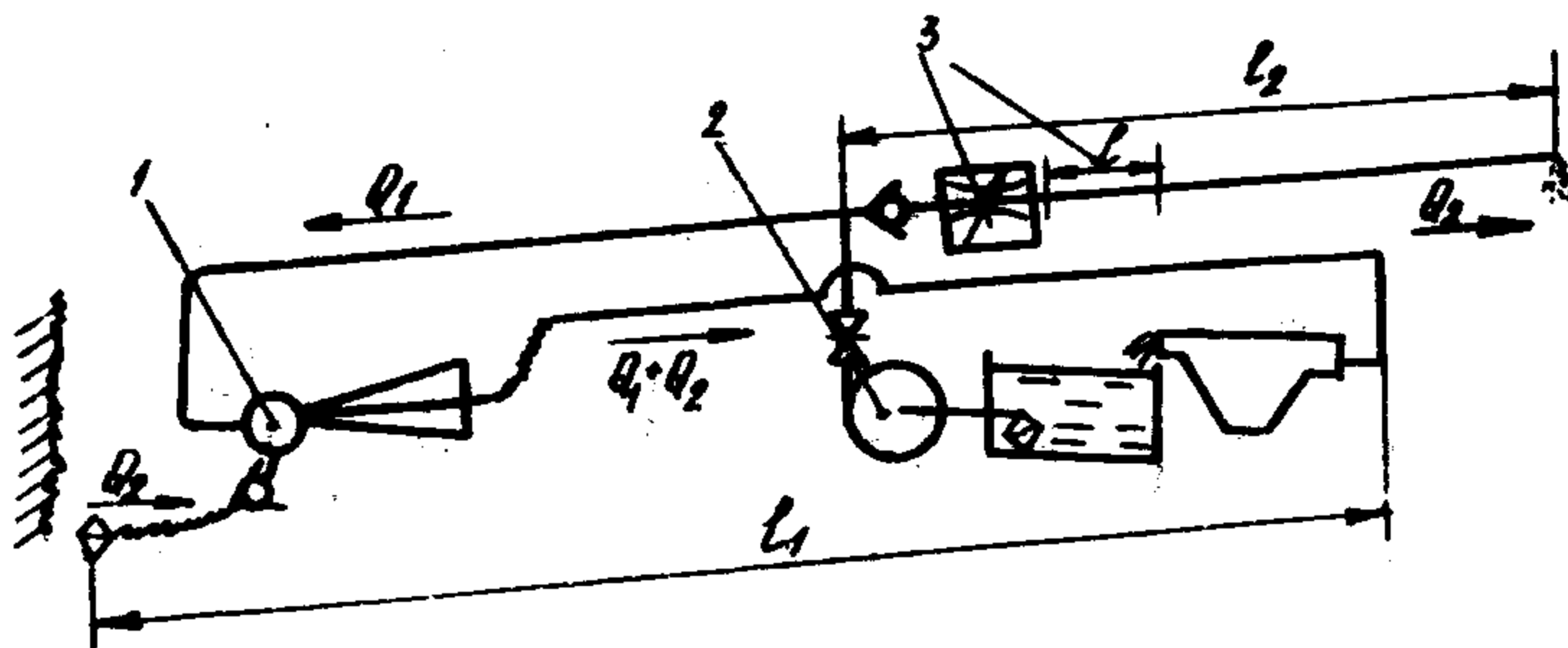


Рис. 6.3. Схема передвижной водоотливной установки с забойным гидроэлеватором

По напору H'_n и расходу Q' выбирается центробежный насос и по методике, приведенной ниже, определяются размеры гидроэлеватора.

Если расчетная величина необходимого напора гидроэлеватора превышает 50-60 м, откачка воды из забоя на вышележащий горизонт производится в два этапа (см. рисунок 6.3). Вода непосредственно из забоя откачивается гидроэлеватором 1 в перекачную емкость, из которой насосом 2 откачивается на вышележащий горизонт. Для настройки рабочего режима насоса используется дроссель 3.

Часть подачи насоса используется в качестве рабочей воды для гидроэлеватора.

Суммарный расход рабочей и откачиваемой из забоя воды по напорному трубопроводу гидроэлеватора поступает через передвижной отстойник в перекачную емкость. В отстойнике вода освобождается от твердого материала крупностью более 0,2 мм. Отстойник рекомендуется изготавливать из листовой стали в виде лотка, нижняя часть которого имеет форму усеченной пирамиды (рис. 6.4).

Высота проточного слоя отстойника должна быть не более $h \leq 100-120$ мм. Ширина отстойника B и его длина L выполняются максимально возможными, исходя из условий его транспортировки и места установки (ширина и длина вагонетки). В нижней части отстойника необходимо предусмотреть люк для удаления осевшего твердого материала.

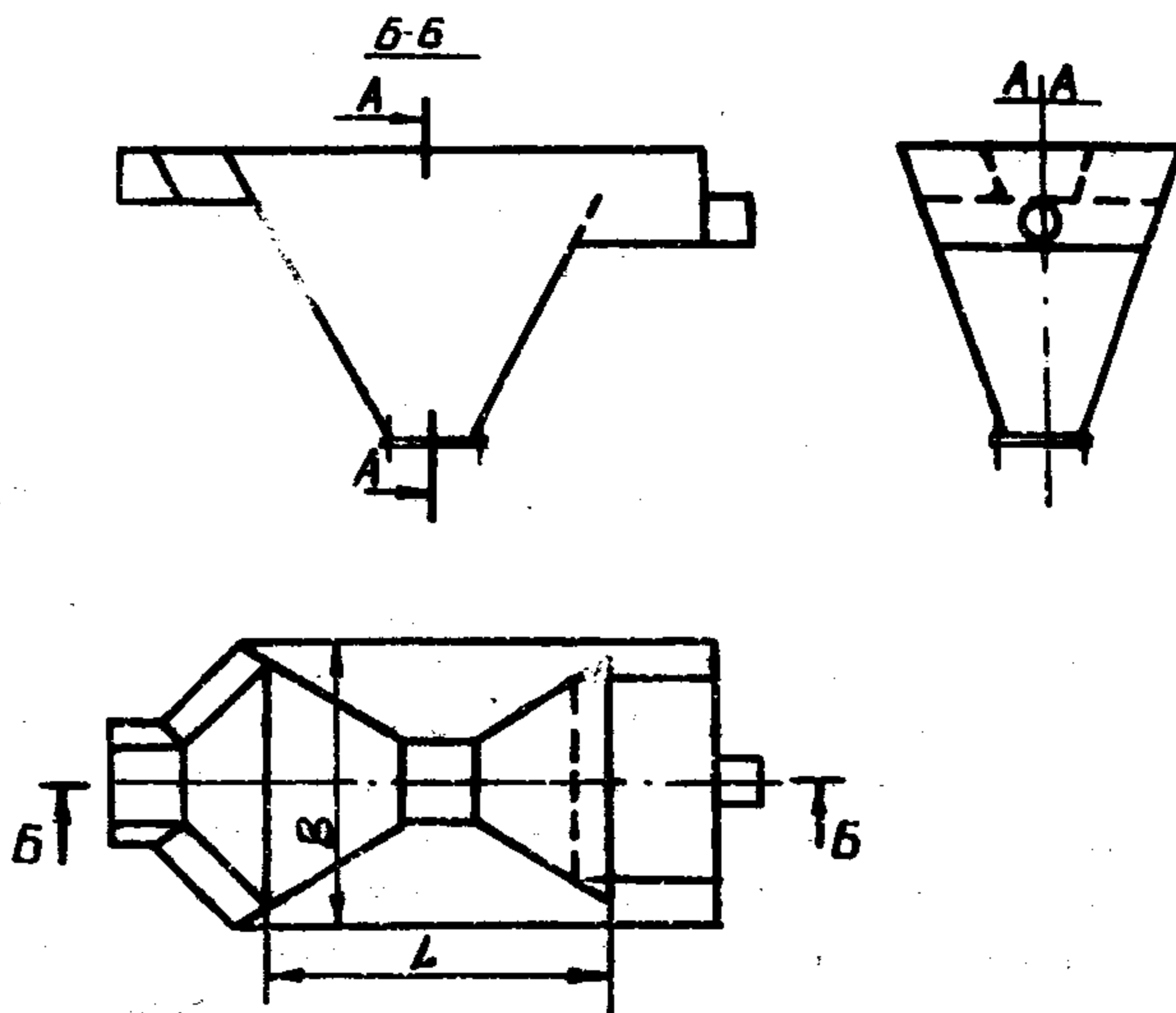


Рис. 6.4. Схема передвижного отстойника.

Перекачная емкость выполняет, в основном, функции аккумуляющей. Объем емкости должен быть не меньше суммарного объема нагнетательного трубопровода гидроэлеватора и трубопровода для подвода рабочей воды к насадке. Емкость может быть выполнена в виде временного водосборника или перемещаемого скипа

(вагонеток). По мере продвижения забоя перемещается только гидроэлеватор. Перекачной насос передвигается тогда, когда напор гидроэлеватора оказывается недостаточным для откачки воды в перекачную емкость.

Для такой схемы откачки воды необходимая подача насоса должна быть равной $Q_H \approx (2,0-2,25) Q_2$. Напор перекачного насоса H'_H , необходимый для откачки воды из нижней точки проводимой выработки на вышележащий горизонт

$$H'_H = L (\sin \alpha + i_2), \quad (6.8)$$

где L — длина выработки;
 α — угол наклона выработки к горизонту;
 i_2 — гидравлический уклон трубопровода, прокладываемого на вышележащий горизонт при расходе, равном Q_H (значение i_2 выбирается по табл. 6.1).

По необходимым значениям подачи и напора выбирается перекачной центробежный насос. Рекомендуемые напоры перекачных насосов — до 250 м.

Определение основных размеров забойного гидроэлеватора производится в следующей последовательности.

Подсчитывается ориентировочное значение вакуумметрической высоты всасывания гидроэлеватора

$$H_{\text{всак}} = l_n (\sin \alpha + i_n), \quad (6.9)$$

где l_n — длина подводящего трубопровода, м;
 i_n — гидравлический уклон подводящего (всасывающего) трубопровода.

Длина гибкого подводящего трубопровода гидроэлеватора не должна превышать 12-15 м при проведении уклонных выработок и 30 м — горизонтальных выработок. Диаметр трубопровода выбирается так, чтобы скорость движения воды в нем была не более 1,5 м/с. На конце подводящего трубопровода должна быть установлена приемная сетка с отверстиями диаметром не более 8 мм, а перед приемной камерой гидроэлеватора устанавливается обратный клапан, предотвращающий поступление воды из трубопроводов в забой при остановке насоса.

Для расчета принимается ориентировочное значение гидравлического уклона подводящего трубопровода гидроэлеватора $i_n \approx 0,1$.

Определяется диаметр камеры смещения d_k гидроэлеватора

$$d_k = 11,0 \left(\frac{Q_2}{\sqrt{\rho_2 - \rho_{\text{жл}}} H_{\text{всак}}} \right)^{0,5}, \quad (6.10)$$

где Q_2 — подача гидроэлеватора, м³/ч;

$P_a, P_{\text{нп}}$ — давления соответственно атмосферное и насыщенный паров жидкости при данной температуре (значение $\frac{P_a - P_{\text{нп}}}{\rho g}$ в расчете можно принимать равным 10 м.).

Диаметр камеры смешения можно определить также и по номограмме (см. рисунок 6.2, четвертый квадрант).

Подсчитывается диаметр насадка

$$d_n = d_k \sqrt{\frac{1}{m}}, \quad (6.11)$$

где d_k — диаметр камеры смешения;
 m — модуль гидроэлеватора.

Диаметр насадка можно определить также и по номограмме (см. рисунок 6.2, третий квадрант).

Подсчитывается расход рабочей воды Q_1 через насадок гидроэлеватора

$$Q_1 = M_n \frac{\pi d_n^2}{4} 3600 \sqrt{2 g H_1}, \quad (6.12)$$

где d_n — диаметр насадка, м;
 H_1 — напор перед насадком, м;
 M_n — коэффициент расхода насадка ($M_n = 0,85-0,9$).

Напор перед насадком H_1 с достаточной степенью точности определяется по формуле

$$H_1 = (1 + K_{\text{max}}) H_n, \quad (6.13)$$

где K_{max} — коэффициент напора гидроэлеватора;
 H_n — номинальный напор перекачного насоса.

Максимальное расстояние $l_{1\text{max}}$, на которое гидроэлеватор может производить откачку воды из забоя

$$l_{1\text{max}} = \frac{K_{\text{max}} H_n}{(\sin \alpha + i_1) - K_{\text{max}} (\sin \alpha - i')}, \quad (6.14)$$

где i_1 — гидравлический уклон напорного трубопровода гидроэлеватора (выбирается по табл. 6.1 с учетом уточненного расхода рабочей воды);
 i' — гидравлический уклон трубопровода, подводящего рабочую воду к насадку.

Для схемы прямой откачки воды из забоя гидроэлеватором должно соблюдаться условие $l_1 \geq L$. Если это условие не соблюдается, необходимо увеличить диаметры трубопровода для подвода рабочей воды к насадку и нагнетательного трубопровода гидроэлеватора.

Для схемы водопетли с восходящей откачкой воды полученное значение $l_{1\text{max}}$ позволяет определить место, где необходи-

не располагать перекачную насосную установку при ее перемещении. Если требуется увеличить максимальное расстояние откачки воды из забоя гидроэлеватором, необходимо выбрать насос с большим напором и по формулам (6.12) и (6.14) произвести перерасчет.

Рабочий режим насоса настраивается дросселем (см. рисунок 6.3) таким образом, чтобы подача его в сеть на вышележащий горизонт была равна подаче гидроэлеватора. В качестве дросселя рекомендуется использовать участок трубопровода малого диаметра (20-25 мм) и задвижку для тонкого регулирования. Необходимая длина трубопровода малого диаметра ориентировочно определяется по уравнению

$$l \approx \frac{3,0 \cdot 10^9 \cdot d^5 (H_n - H')}{Q_2^2}, \quad (6.15)$$

где l и d — соответственно длина и диаметр дроссельного трубопровода, м;

$H' = l_2 (\sin \alpha + i_2)$ — напор, необходимый для откачки воды на вышележащий горизонт, м;

l_2 — длина трубопровода, прокладываемого на вышележащий горизонт, м;

i_2 — гидравлический уклон трубопровода, прокладываемого на вышележащий горизонт;

H_n — номинальный напор насоса, м;

Q_2 — подача гидроэлеватора (установки), м³/ч.

После очередной передвижки перекачного насоса длина дроссельного трубопровода должна быть уменьшена в соответствии с увеличением напора, необходимого для откачки воды на вышележащий горизонт.

При расстояниях от гидроэлеватора до перекачной емкости меньших максимального расчетного l_{\max} , необходимый напор гидроэлеватора можно получить при меньших значениях коэффициента напора. Поэтому с целью уменьшения расхода рабочей воды можно разделить максимальное расстояние на два-три участка и определить диаметры сменных насадков, при которых будет обеспечена откачка воды из конечных точек этих участков. В этом случае расчет производится в следующей последовательности.

Определяется напор гидроэлеватора H_{2i} , необходимый для откачки воды из конечной точки предпоследнего участка

$$H_{2i} = l_{1i} (\sin \alpha + i_1), \quad (6.16)$$

где i_1 — гидравлический уклон напорного трубопровода гидроэлеватора, принятый по табл. 6.1 при максимальном расходе рабочей воды;

l_{ii} — расстояние от перекачной емкости до конечной точки предпоследнего участка, м.

Подсчитывается напор перед насадком

$$H_{ii} = H_n + l_{ii} (\sin \alpha - i'). \quad (6.17)$$

По формуле (6.2) определяется коэффициент напора K_i , по номограмме — модуль гидроэлеватора m_i , по номограмме или формуле (6.11) — диаметр насадка d_{ni} .

По формуле (6.12) подсчитывается расход рабочей воды Q_1 , значение которого используется и при аналогичном расчете для участка, расположенного ближе к перекачной емкости.

По известным модулям гидроэлеватора, пользуясь номограммой (см. рисунок 6.2, второй квадрант), определяются значения относительных длин камеры смещения. Для рассчитываемого гидроэлеватора принимается среднее значение относительной длины камеры смещения.

Проектируемый гидроэлеватор должен быть геометрически подобным изображенному на чертеже С 583.

Площади сечений патрубка для подвода рабочей воды к насадку, приемной камеры и диффузора на выходе должны быть таковы, чтобы скорость движения потоков воды составляла 1,5–2,0 м/с. При изготовлении гидроэлеватора особое внимание необходимо уделить обеспечению соосности насадка и камеры смещения.

Предлагаемые конструкции гидроэлеваторов (см. рабочие чертежи С 583) рассчитаны на подачу 15 и 25 м³/ч. Их расчет произведен для вакуумметрической высоты всасывания $H_{\text{вс}} \approx 3,0$ м. При расчете передвижной водоотливной установки с рекомендуемыми гидроэлеваторами необходимо определить расходы рабочей воды для диаметров сменных насадков по уравнению (6.12) и максимальные расстояния откачки воды гидроэлеватором по уравнению (6.14). Значения коэффициентов напора, необходимых для расчета, выбираются по номограмме (см. рисунок 6.2).

На рис. 6.5,а показана схема стационарной водоотливной установки с последовательно подключенным к насосу гидроэлеватором. Центробежный насос 4 служит только для подачи в гидроэлеватор 1 рабочей воды. Суммарный расход рабочей и откачиваемой воды поступает в герметичный резервуар 2, который находится под избыточным давлением, обусловленным противодавлением в нагнетательном трубопроводе 3. Емкость резервуара должна быть достаточной для запуска установки (не менее суммарной емкости трубопроводов, расположенных ниже насоса). Водоотливные установки, выполненные по рассмотренной схеме, рекомендуется использовать в тех случаях, когда напор, требуемый для откачки

чистой воды, не превышает 50 м и невозможно расположить насос непосредственно у источника воды (из зумпфов клетевых стволов, не имеющих наклонных ходков, из скважин и др.). Если в тех же условиях для откачки воды требуется напор 100 м и более, установка может быть выполнена по схеме, изображенной на рис. 6.5,б. На такой установке подача насоса в сеть не должна превышать подачи гидроэлеватора, то есть должно соблюдаться условие $Q_H = Q_1 + Q_2$.

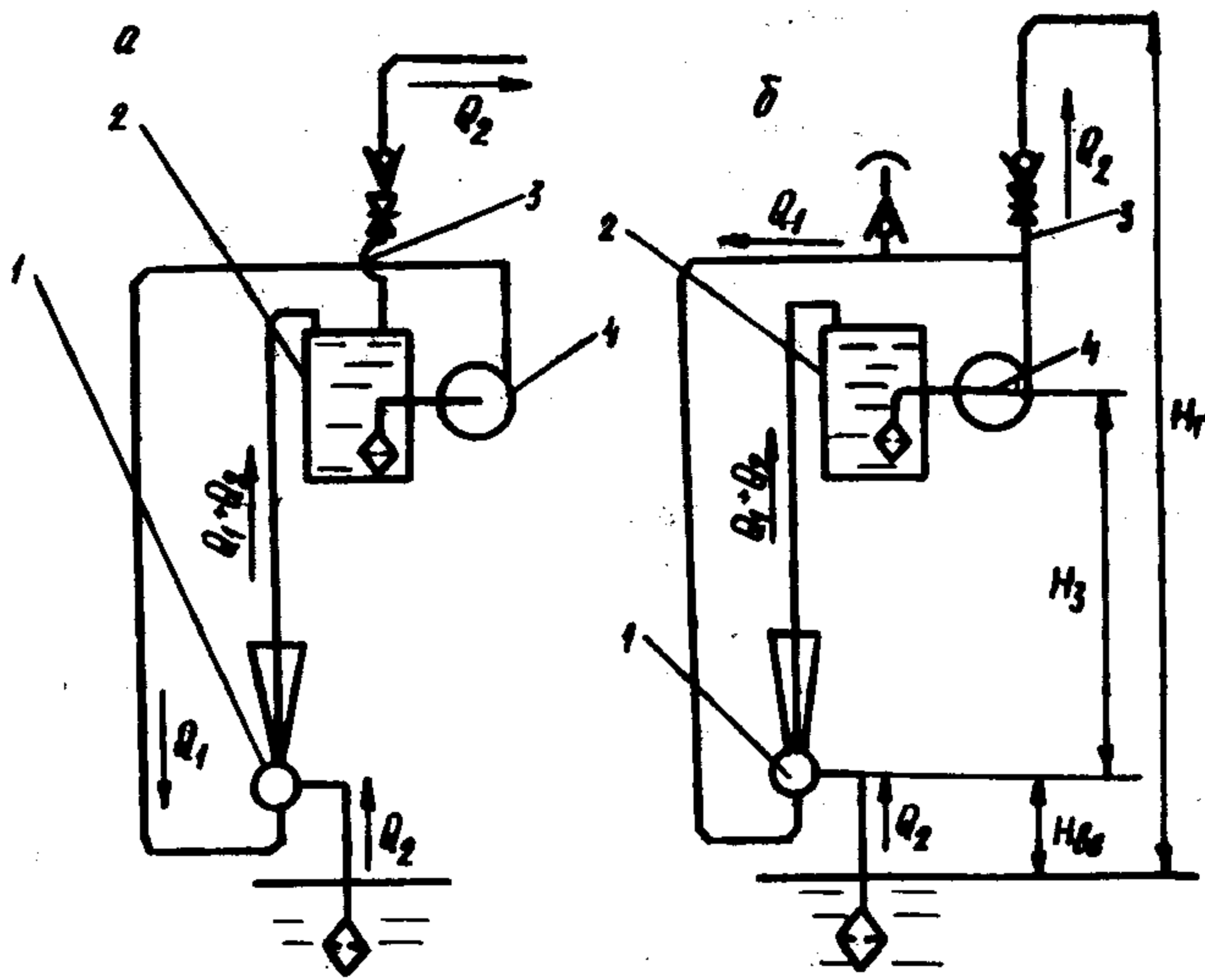


Рис. 6.5. Схемы стационарных водоотливных установок с гидроэлеваторами

На установках, выполненных по рассмотренным схемам, необходимо предусматривать клапаны (вантузы) для срыва вакуума при остановке насоса и выпуска воздуха из системы.

Установки можно выполнять и без аккумулярующих емкостей 2. В этом случае на подводящем (всасывающем) трубопроводе гидроэлеватора необходимо предусматривать обратный клапан.

Если гидроэлеваторы работают в практически безопасном для них кавитационном режиме, установки обладают свойством саморегулирования. Изменение высоты всасывания гидроэлеватора приводит к изменению его подачи и соответствующему изменению подачи установки в сеть. Для установки, выполненной по схеме (см. рисунок 6,5,б), режим саморегулирования возможен, если обеспечена работа насоса с подпором.

Если позволяют условия эксплуатации, необходимо обеспечи-

вать работу гидроэлеватора с минимальной вакуумметрической высотой всасывания. При этом расход рабочей воды будет минимальным.

Пример расчета перекачного гидроэлеватора водостливной установки НУО-1, действующей на шахте "Рединская" ПО "Красноармейскуголь"

Исходные данные: номинальный напор насоса $H_n = 360$ м; необходимый напор гидроэлеватора $H_2 = 7$ м; подача гидроэлеватора $Q_2 = 300$ м³/ч.

При нижнем уровне воды в колодце вакуумметрическая высота всасывания перекачного гидроэлеватора $H_{\text{вак}} \approx 0$ м.

Диаметр камеры смешения определяется по уравнению (8.10)

$$d_k = 11,0 \sqrt{\frac{300}{\sqrt{10}}} = 107 \text{ мм.}$$

Коэффициент напора гидроэлеватора подсчитывается по уравнению (8.2)

$$K = \frac{7}{360} \approx 0,02.$$

Используя график $m = f(K)$ (рис. 8.6), по коэффициенту напора определяется модуль гидроэлеватора $m = 52$.

Диаметр отверстия насадка находится по уравнению (8.11)

$$d_n = 107 \sqrt{\frac{1}{52}} \approx 15 \text{ мм.}$$

Подсчитывается расход рабочей воды по уравнению (8.6)

$$Q_1 = 0,01126 \cdot 15^2 \sqrt{360} \approx 47 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

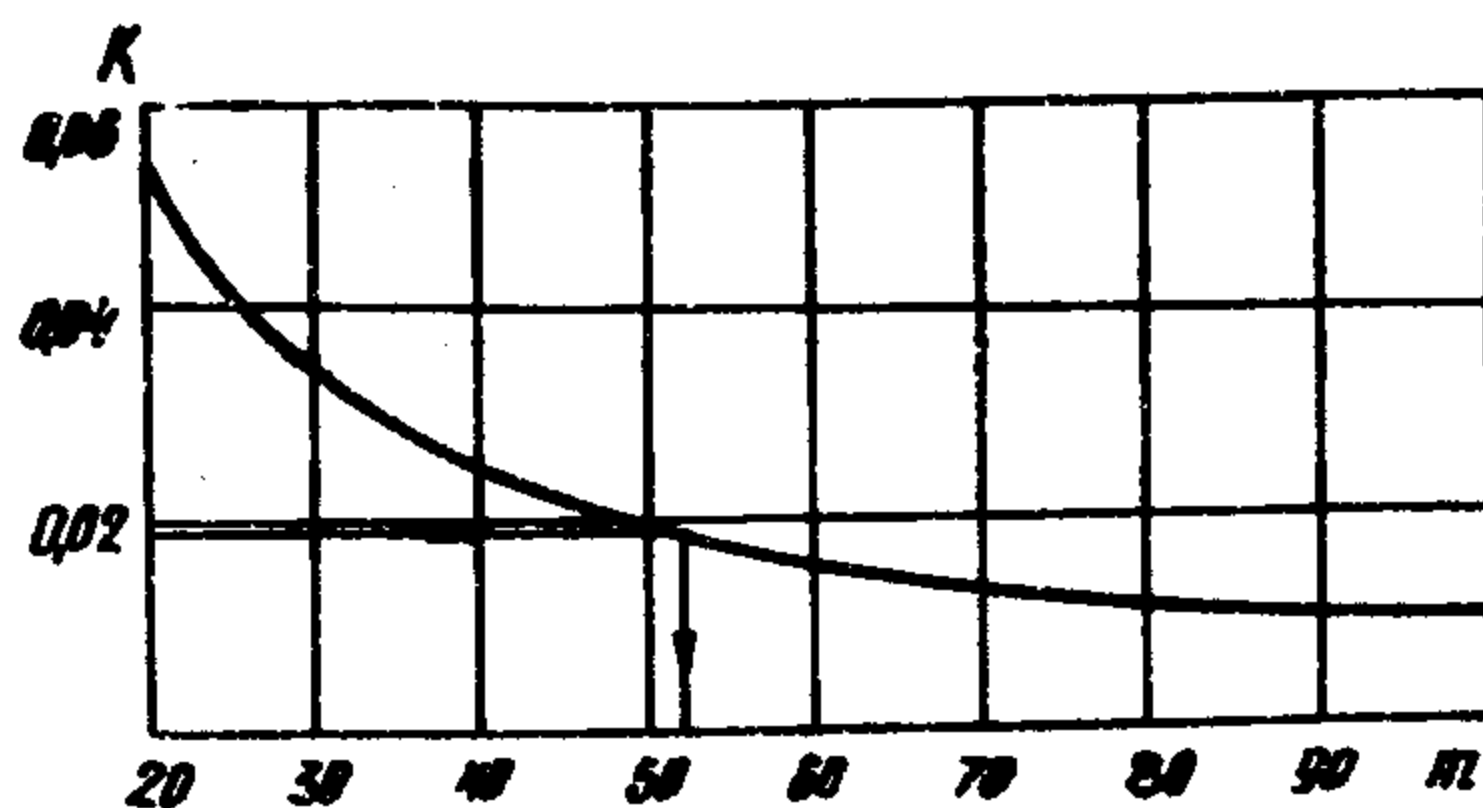


Рис. 8.6. График $m = f(K)$ гидроэлеваторов с $m \geq 20$

Остальные вопросы решаются в соответствии с изложенными выше рекомендациями.

**Пример расчета стационарной всасывающей
водоподливной установки с гидроэлеватором
(см. рисунок 6.3, б)**

Исходные данные: подача установки $Q_2 = 40 \text{ м}^3/\text{ч}$; геометрическая высота подъема воды $H_r = 160 \text{ м}$; разность отметок оси насоса и насадка гидроэлеватора $H_3 = 18 \text{ м}$; высота всасывания гидроэлеватора $H_{вс} = 0 \text{ м}$; длина напорного трубопровода установки $L = 250 \text{ м}$.

Требуемый напор насоса

$$H'_н = (H_r - H_3) + i_2 L = 160 - 18 + 0,075 \cdot 250 = 161 \text{ м},$$

где $i_2 = 0,075$ — гидравлический уклон напорного трубопровода установки диаметром 100 мм при расходе $40 \text{ м}^3/\text{ч}$ (принимается по табл. 6.1).

Напор гидроэлеватора, необходимый для подъема воды до центробежного насоса

$$H_2 = H_3 + l_3 i_1 + H_{подп} = 18 + 30 \cdot 0,032 + 1 = 20 \text{ м},$$

где $l_3 = 30 \text{ м}$ — длина напорного трубопровода гидроэлеватора диаметром 125 мм;

i_1 — гидравлический уклон напорного трубопровода гидроэлеватора (значение $i_1 = 0,032$ принято по табл. 6.1 при ориентировочном расходе по трубопроводу $Q_1 + Q_2 \approx 60 \text{ м}^3/\text{ч}$);

$H_{подп} = 1,0 \text{ м}$ — подпор на входе в центробежный насос.

Ориентировочный напор перед насадком гидроэлеватора

$$H'_4 = H'_н + H_3 - i' l_3 = 161 + 18 - 0,022 \cdot 30 = 178 \text{ м},$$

где $l_3 = 30 \text{ м}$ — длина трубопровода для подвода рабочей воды к насадку;

i' — гидравлический уклон трубопровода для подвода рабочей воды к насадку (значение $i' = 0,022$ принято по табл. 6.1 при ориентировочном расходе рабочей воды $Q_1 \approx 20 \text{ м}^3/\text{ч}$).

Ориентировочное значение коэффициента напора гидроэлеватора по уравнению (6.2)

$$K' = \frac{20}{178} = 0,1125.$$

Ориентировочное значение модуля гидроэлеватора определяется по номограмме (см. рисунок 6.2, второй квадрант) $m = 8,6$.

Диаметр камеры смещения гидроэлеватора согласно уравнению (6.10)

$$d_k = 11,0 \left(\frac{40}{10} \right)^{0,5} = 39,1 \text{ мм}.$$

Диаметр насадка по уравнению (6.11)

$$d_n = 39,1 \sqrt{\frac{1}{8,6}} = 13,4 \text{ мм.}$$

Его можно определить и по номограмме.

Ориентировочный расход рабочей воды через насадок по уравнению (6.12)

$$Q' = 0,85 \cdot 0,785 \cdot (0,0134)^2 \cdot 3600 \cdot 4,43 \cdot \sqrt{178} = 25 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Необходимая подача насоса

$$Q_n = Q_2 + Q' = 40 + 25 = 65 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

По напору H_n и подаче Q_n выбирается насос—ЦНС 60-175.

Уточняем напор перед насадком гидроэлеватора при работе насоса с подачей $Q_n = 65 \text{ м}^3/\text{ч.}$

$$H_1 = 170 + 18 - 0,66 \approx 187 \text{ м,}$$

где 170 — напор насоса при подаче $Q_n = 65 \text{ м}^3/\text{ч.}$

$l_3 i' = 0,66 \text{ м}$ — потери напора в трубопроводе для подвода рабочей воды к насадку.

Уточняем коэффициент напора гидроэлеватора

$$K = \frac{20}{187} = 0,106.$$

Уточняем по номограмме модуль гидроэлеватора $m = 8,2.$

Уточненный диаметр насадка согласно уравнению (6.11)

$$d_n = 39,1 \sqrt{\frac{1}{8,2}} = 12,9 \text{ мм.}$$

Уточненный расход рабочей воды через насадок

$$Q_1 = 0,85 \cdot 0,785 \cdot (0,0129)^2 \cdot 3600 \cdot 4,43 \cdot 187,3 = 24 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Уточненная подача насоса в рабочем режиме

$$Q_n = 40 + 24 = 64 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Принятый в расчете нагнетательный трубопровод установки необходимо задресселировать задвижкой так, чтобы подача насоса составляла $64 \text{ м}^3/\text{ч.}$

Водоотливные установки с гидроэлеваторами, выполненные по предлагаемым схемам (см. рисунки 6.3 и 6.5), прошли промышленные испытания и эффективно эксплуатируются на шахтах "Трудовская", № 6 "Красная звезда" и "Южнодонбасская" № 3 ПО "Донецкуголь". Годовой экономический эффект от внедрения передвижной водоотливной установки с забойным гидроэлеватором на шахте "Трудовская" составляет 3000 руб. Ускорились темпы проведения горных выработок, улучшились условия труда.

7. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ВОДООТЛИВНОЙ УСТАНОВКИ НУО-1, ИСКЛЮЧАЮЩЕЙ НЕОБХОДИМОСТЬ ОЧИСТКИ ВОДОСБОРНИКОВ ОТ ТВЕРДОГО

Для участковых и главных водоотливных установок, в водосборники которых поступает шахтная вода с высокой концентрацией твердого, рекомендуется применять новую схему водоотлива НУО-1 (А.с. 708015), исключающую необходимость очистки от твердого водосборников и приемных колодцев.

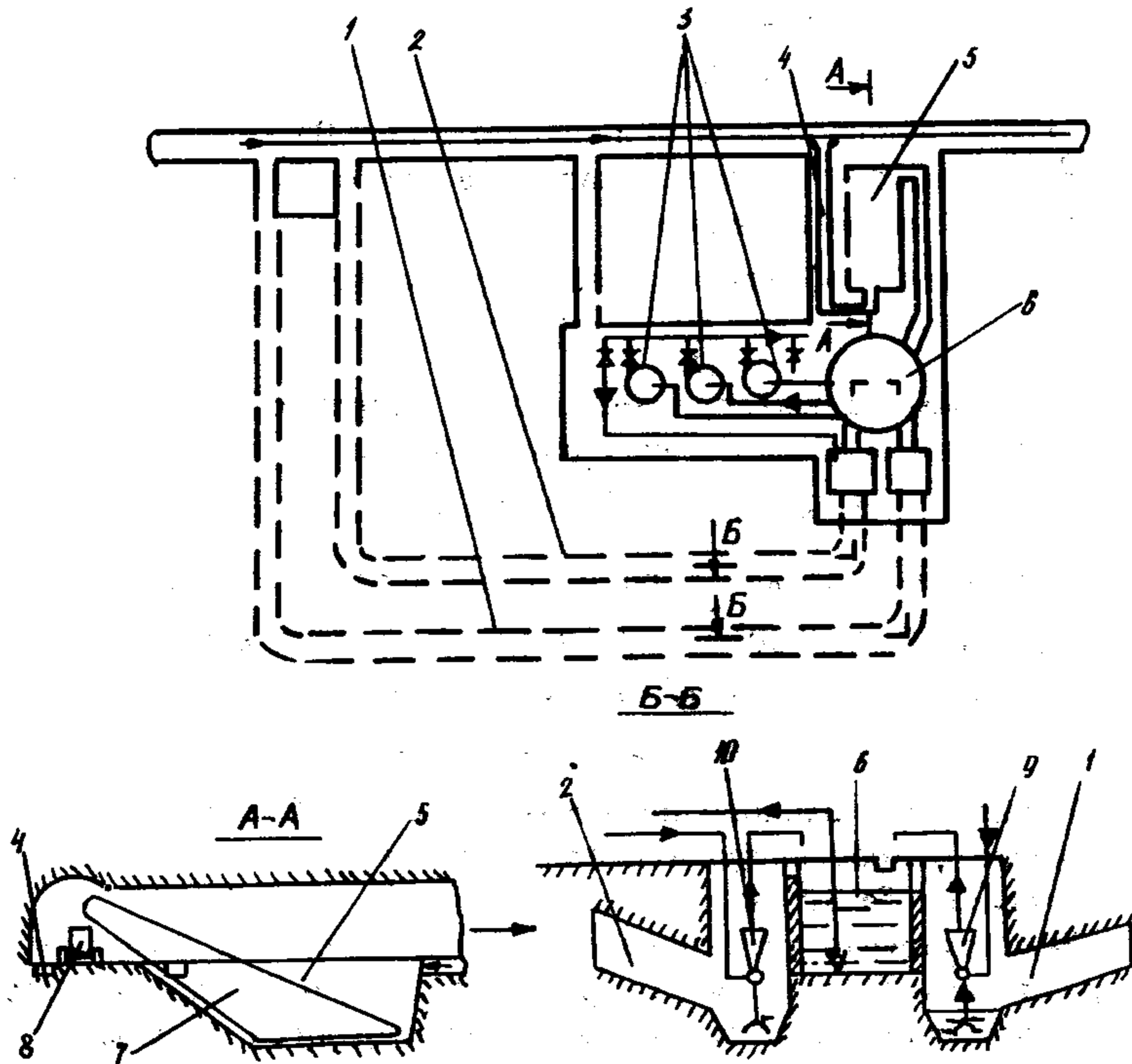


Рис. 7.1. Схема расположения подземных водоотливных сооружений установки НУО-1.

По рекомендуемой схеме (рис.7.1) шахтная вода из канавки 4 проходит через предварительный отстойник 5, освобождается от твердого крупностью более 0,1 мм и поступает в центральный водозаборный колодец 6, откуда основными насосами 3 откачивается в водосборник главной водоотливной установки или на

поверхность. Твердое, осевшее в предварительном отстойнике, шламовым конвейером 7 (см. раздел 1) подается в вагонетку 8. В период стоянки основных насосов вода переливается из центрального водозаборного колодца в регулировочную емкость 1, а во время работы насосов перекачивается гидроэлеватором 9 (см. раздел 6) в центральный колодец.

В соответствии с Правилами безопасности в схеме предусмотрен аварийный водосборник 2. При аварийной ситуации вода из центрального колодца переливается в аварийный водосборник 2 через отверстие, расположенное выше отверстия регулировочного водосборника 1. После ликвидации аварийной ситуации вода гидроэлеватором 10 откачивается из этой емкости в центральный колодец.

Регулировочный и аварийный водосборники выполнены незаиливающимися и самосмывающимися. Это обеспечивается двумя факторами:

вода заполняет емкости снизу вверх с малой скоростью, поэтому угольная мелочь оседает в прямках регулировочного и аварийного колодцев, откуда гидроэлеваторами откачивается в центральный колодец и удаляется основными насосами;

смыв осевшего твердого осуществляется водой в период откачки емкостей, для чего угол наклона почвы водосборников делается не менее 5° , а емкость полностью осушается, так как почва водосборника находится на 0,5 м выше верхнего уровня воды в прямке, обеспечивая свободный слив.

Такая конструкция водосборников стала возможной вследствие того, что глубина их заложения не связана с ограничивающей ее геометрической высотой всасывания насоса.

Проектирование основной насосной установки 3 (см. рисунок 7.1) производится по обычной методике.

Подача каждого насосного агрегата Q_n в соответствии с ПБ должна обеспечивать откачку нормального суточного притока не более чем за 16 ч, поэтому ее подсчитывают по формуле

$$Q_n = \frac{24 Q_{np}}{16}, \quad (7.1)$$

где Q_{np} — часовой приток, $m^3/ч$.

Требуемый напор насоса H определяется ориентировочно по зависимости

$$H = H_r + iL, \quad (7.2)$$

где H_r — геометрическая высота подъема;

L — длина напорного трубопровода;

i — оптимальный гидравлический уклон, значение которого для условных диаметров труб 75–300 мм и расходов 10–750 $m^3/ч$ может быть принято равным 0,01–0,05.

торов и шламового конвейера (багер-зумпфа) приведены в разделах 6 и 1.

Установка НУО-1 построена на шахте "Родинская" ПО "Красноармейскуголь" и эксплуатируется с марта 1981 г. В результате исключен ручной труд по очистке твердого из водосборников и получен годовой экономический эффект 30 000 руб.

Предполагается применить подобные водоотливные установки на вновь строящихся горизонтах шахт, количество которых по Минуглепрому УССР в период до 1990 г. составит более 200.

Техническая документация на водоотливную установку НУО-1 шахты "Родинская" находится в техотделе шахты и в проектной конторе ПО "Красноармейскуголь". В настоящее время разрабатывается техническая документация на участковую водоотливную установку шахты "Трудовская" в проектной конторе ПО "Донецкуголь" и шахты "Краснолиманская" в проектной конторе ПО "Красноармейскуголь".

8. КОМБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ И ЗОЛОШЛАКОУДАЛЕНИЯ В ШАХТНЫХ КОТЕЛЬНЫХ

Для шахтных котельных рекомендуется применять комбинированную технологическую схему отвода продуктов сгорания угля от котлоагрегатов, особенностью которой является совмещение процессов золошлакоудаления и очистки дымовых газов, осуществляемых вакуум-газлифтной установкой. Применяемые в настоящее время канатные скреперы и конвейеры из-за высокой абразивности и агрессивности золы и шлака быстро изнашиваются, а батарейные циклоны не обеспечивают должной степени очистки дымовых газов. Рекомендуемый комбинированный способ лишен указанных недостатков.

Вакуум-газлифтная установка (рис. 8.1) работает следующим образом. Дымосос 11 создает разрежение в газоотделителе 7 и смесителе 2, в результате чего дымовые газы от котлоагрегата 9 по газоходу 10 поступают в смеситель 2 одновременно с золошлаковой пульпой из сборника 1. Образовавшаяся трехфазная смесь поднимается по трубе 6 в газоотделитель 7, из которого газы отводятся дымососом 11 в дымовую трубу 12, а золошлаковая пульпа через гидрозатвор 5 и сгуститель 4 сбрасывается в бункер 3.

При движении смеси пульпы и дымовых газов происходит физико-химическое взаимодействие между фазами, в результате которого дымовые газы освобождаются от ряда вредных приме-

торов и шламового конвейера (багер-зумпфа) приведены в разделах 6 и 1.

Установка НУО-1 построена на шахте "Родинская" ПО "Красноармейскуголь" и эксплуатируется с марта 1981 г. В результате исключен ручной труд по очистке твердого из водосборников и получен годовой экономический эффект 30 000 руб.

Предполагается применить подобные водоотливные установки на вновь строящихся горизонтах шахт, количество которых по Минуглепрому УССР в период до 1990 г. составит более 200.

Техническая документация на водоотливную установку НУО-1 шахты "Родинская" находится в техотделе шахты и в проектной конторе ПО "Красноармейскуголь". В настоящее время разрабатывается техническая документация на участковую водоотливную установку шахты "Трудовская" в проектной конторе ПО "Донецкуголь" и шахты "Краснолиманская" в проектной конторе ПО "Красноармейскуголь".

8. КОМБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ И ЗОЛОШЛАКОУДАЛЕНИЯ В ШАХТНЫХ КОТЕЛЬНЫХ

Для шахтных котельных рекомендуется применять комбинированную технологическую схему отвода продуктов сгорания угля от котлоагрегатов, особенностью которой является совмещение процессов золошлакоудаления и очистки дымовых газов, осуществляемых вакуум-газлифтной установкой. Применяемые в настоящее время канатные скреперы и конвейеры из-за высокой абразивности и агрессивности золы и шлака быстро изнашиваются, а батарейные циклоны не обеспечивают должной степени очистки дымовых газов. Рекомендуемый комбинированный способ лишен указанных недостатков.

Вакуум-газлифтная установка (рис. 8.1) работает следующим образом. Дымосос 11 создает разрежение в газоотделителе 7 и смесителе 2, в результате чего дымовые газы от котлоагрегата 9 по газоходу 10 поступают в смеситель 2 одновременно с золошлаковой пульпой из сборника 1. Образовавшаяся трехфазная смесь поднимается по трубе 6 в газоотделитель 7, из которого газы отводятся дымососом 11 в дымовую трубу 12, а золошлаковая пульпа через гидрозатвор 5 и сгуститель 4 сбрасывается в бункер 3.

При движении смеси пульпы и дымовых газов происходит физико-химическое взаимодействие между фазами, в результате которого дымовые газы освобождаются от ряда вредных приме-

сей как твердых, так и газообразных. Очистка газов от химически вредных веществ обусловлена нейтрализующими свойствами золошлаковой пульпы, содержащей щелочные соединения. Интенсивность взаимодействия фаз такова, что на выходе из газлифта содержание в дымовых газах окислов серы и азота уменьшается в 1,5-2 раза, а твердых частиц - в 50 раз.

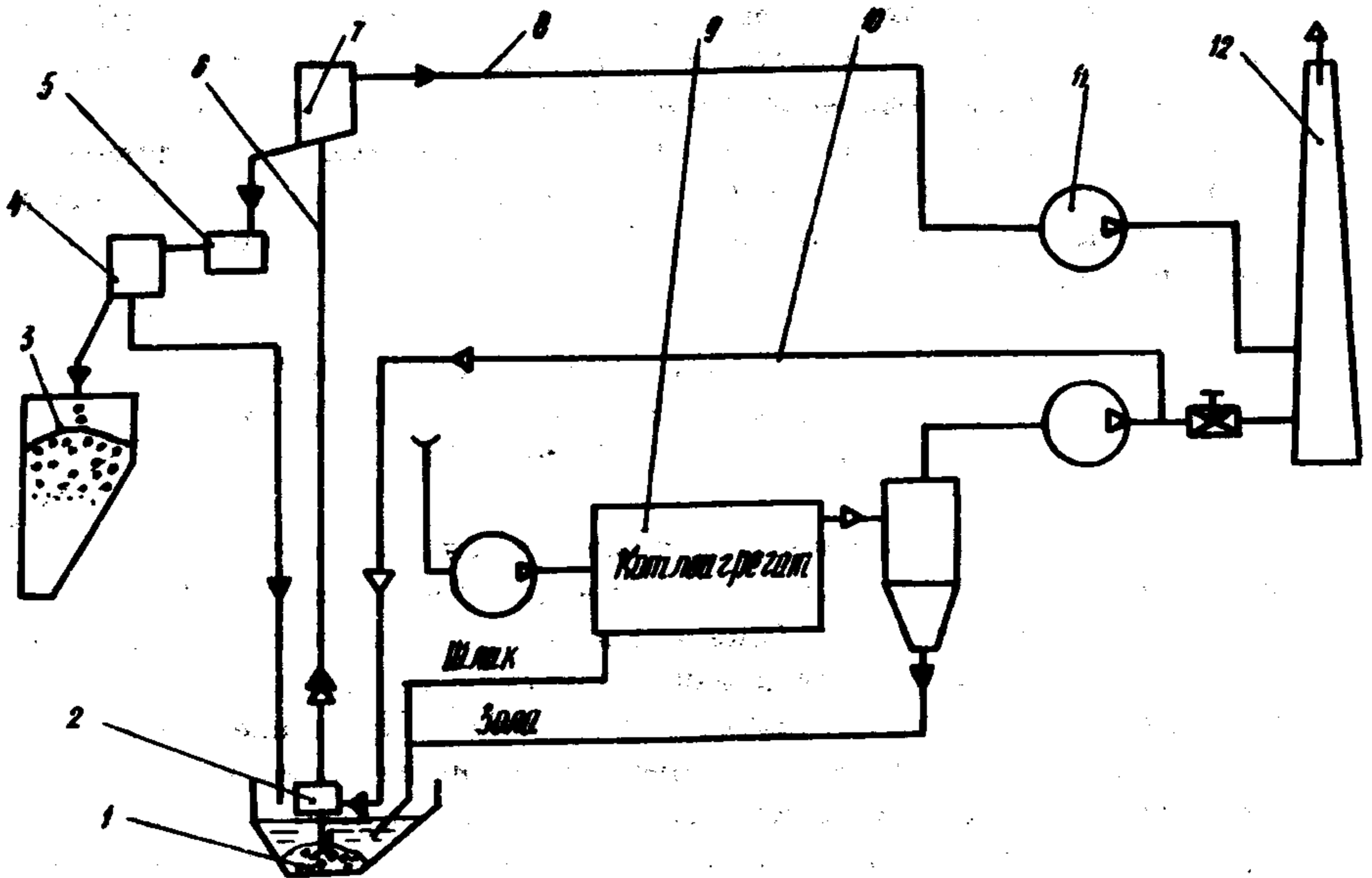


Рис. 8.1. Принципиальная технологическая схема газоочистки и золошлакоудаления

Для расчета вакуум-газлифтной установки необходимы следующие исходные данные

высота подъема пульпы	H , м
максимальная крупность твердого	d_T , м
плотность твердого материала	ρ_T , кг/м ³
массовая подача твердого материала	Q_{mT} , кг/с
объемный расход очищаемых дымовых газов	Q_T , м ³ /с
объемная концентрация твердого в пульпе	q_T , м ³ /м ³ .

Подача газлифта по пульпе из условия транспортировки твердого материала

$$Q_3 = \frac{Q_{mT}}{\rho_T q_T} \quad (8.1)$$

Подача газлифта по пульпе из условия очистки дымовых газов

$$Q_3 = 0,4 \cdot 10^{-3} Q_r, \quad (8.2)$$

Из двух значений Q_3 принимается наибольшее.

Необходимая скорость v_n пульпы в подводящей трубе

$$v_n = 0,98 \sqrt{\frac{g}{c} d_T \left(\frac{\rho_T}{\rho} - 1 \right)}, \quad (8.3)$$

где g - ускорение свободного падения ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$);
 c - коэффициент сопротивления ($c \approx 0,25$);
 ρ - плотность воды ($\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$).

Диаметр подводящей трубы d_n

$$d_n = \sqrt{\frac{4 Q_3}{\pi v_n}}. \quad (8.4)$$

Диаметр подводящей трубы должен удовлетворять условию

$$d_n = (2,5-3) d_T. \quad (8.5)$$

Удельный расход дымовых газов

$$q = \frac{Q_r}{Q_3}. \quad (8.6)$$

Требуемая величина разрежения в газоотделителе

$$p_6 = \rho g \frac{\alpha H}{1-\alpha}, \quad (8.7)$$

где p_6 - разрежение, Па
 ρ - плотность воды, кг/м^3 ;
 α - относительное погружение смесителя.

По известной величине q определяется значение α из графика, показанного на рис. 8.2.

Диаметр подъемной трубы газлифта

$$D \leq 1,13 \sqrt{\frac{Q_3}{v_n} \sqrt{1+q}}. \quad (8.8)$$

Пример расчета вакуум-газлифтной установки для очистки дымовых газов и золошлакоудаления в условиях котельной шахты "Центральная" ПО "Красноармейскуголь"

Исходные данные $H = 12 \text{ м}$, $d_T = 0,05 \text{ м}$, $\rho_T = 1900 \text{ кг/м}^3$,
 $Q_{мт} = 0,6 \text{ кг/с}$, $Q_r = 4,0 \text{ м}^3/\text{с}$, $q_T = 0,1$.

Подача газлифта согласно уравнению (8.1)

$$Q_3 = \frac{0,6}{1900 \cdot 0,1} = 0,0031 \text{ м}^3/\text{с} = 11,2 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Подача газлифта по зависимости (8.2)

$$Q_3 = 0,4 \cdot 10^{-3} \cdot 4 = 0,016 \text{ м}^3/\text{с} = 57,6 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

За расчетную принимаем $Q_3 = 0,016 \text{ м}^3/\text{с}$.

Скорость пульсы в подводящей трубе согласно уравнению (8.3)

$$v_n = 0,98 \sqrt{\frac{9,81}{0,25} \cdot 0,05 \left(\frac{1800}{1000} - 1 \right)} = 1,38 \text{ м/с}.$$

Диаметр подводящей трубы по уравнению (8.4)

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,016}{3,14 \cdot 1,38}} = 0,15 \text{ м}.$$

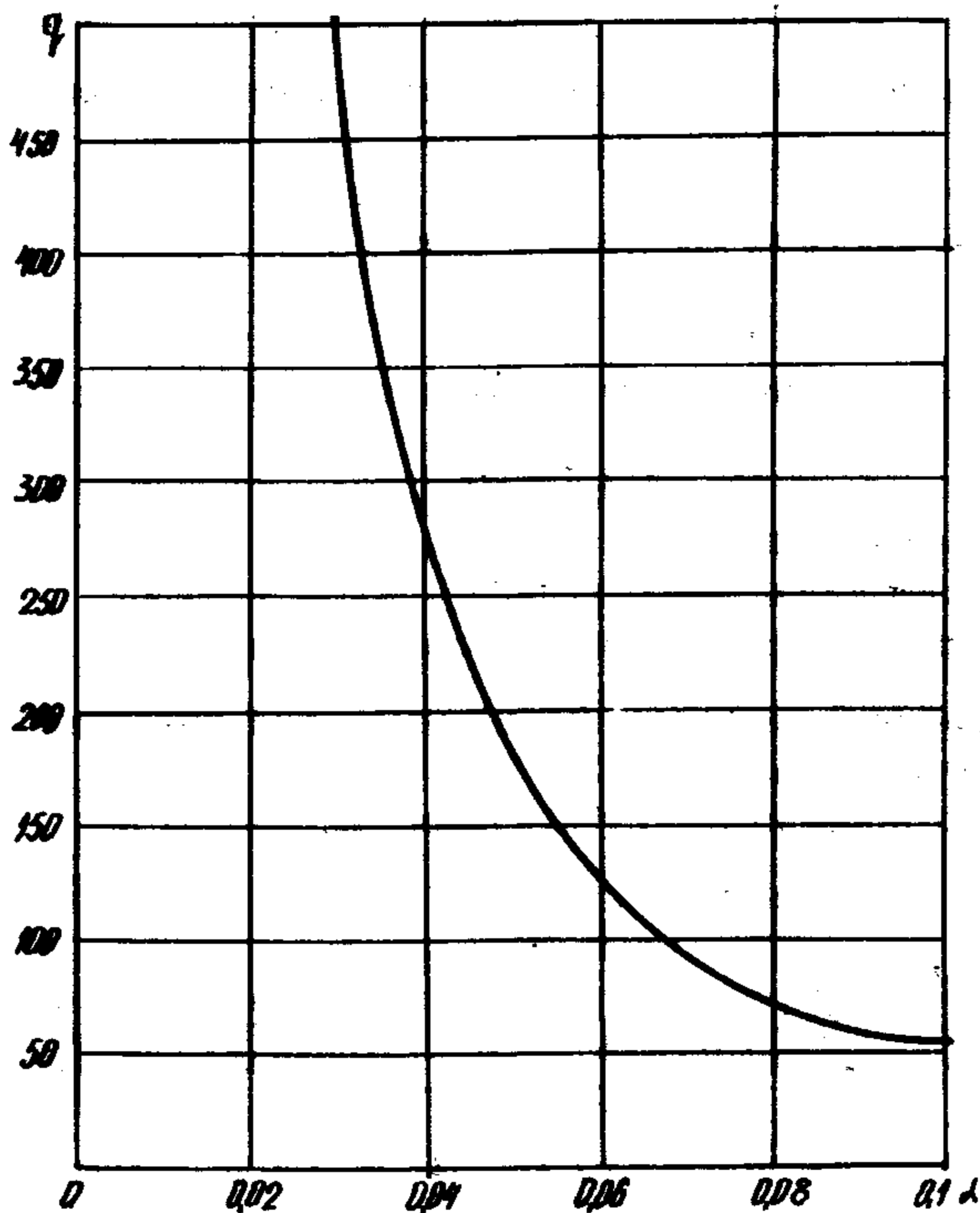


Рис. 8.2. График $q = f(\alpha)$ вакуум-газлифта

По ГОСТ 8732-78 принимаем трубу с наружным диаметром 0,152 м и внутренним диаметром 0,142 м, что удовлетворяет условию по уравнению (8,5).

Удельный расход дымовых газов по зависимости (8,6)

$$q = \frac{4,0}{0,016} = 250.$$

Согласно графику (см. рисунок 8.2) удельному расходу $q = 200$ соответствует значение относительного сопротивления $\alpha = 0,043$.

Величина разрежения в газоподъемнике по уравнению (8.7)

$$P_g = 1000 \cdot 9,81 \cdot \frac{0,043 \cdot 12}{1 - 0,043} = 5300 \text{ Па.}$$

По расходу $Q_r = 4 \text{ м}^3/\text{с} = 14\ 400 \text{ м}^3/\text{ч}$ и наибольшему разрежению $P_g = 5300 \text{ Па}$ выбираем компрессор типа ДН-12 с максимальной величиной подачи $20\ 000 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $P_g = 5300 \text{ Па}$. Мощность электродвигателя 80 кВт, частота вращения 25 с^{-1} .

Диаметр подъемной трубы газлифта по уравнению (8.8)

$$D \leq 1,13 \sqrt{\frac{0,016}{1,38}} \sqrt{1 + 250} = 0,45 \text{ м.}$$

По ГОСТ 8732-78 принимаем трубу с наружным диаметром 0,426 м и внутренним диаметром 0,408 м.

Пользуясь рабочими чертежами С 486,05,000 СБ, С 486,07,000 СБ, С 486,03,000 СБ, в которых размеры указаны относительно D , уточняем конкретные размеры основных узлов газлифта.

Вакуум-газлифтная установка оборудуется всасывающим устройством (рабочий чертеж С 486,04,000 СБ), все конструктивные размеры которого выражены через диаметр подъемной трубы d_n .

Диаметр газоподводящего тракта выберется из условия обеспечения скорости газов $U_r = 30-40 \text{ м/с}$

$$d_r = \sqrt{\frac{4 Q_r}{\pi U_r}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4}{3,14 \cdot 40}} = 0,36 \text{ м.} \quad (8,9)$$

По ГОСТ 8732-78 принимается труба с наружным диаметром 0,377 м и внутренним диаметром 0,361 м.

Привязка и расположение основных узлов установки осуществляется применительно к конкретным условиям котельной. В частности, возможно расположение пымососа за пределами помещения котельной, что не нарушает имеющейся планировки.

Для изготовления и монтажа узлов газлифтной установки в основном требуются сварочные работы, которые проводятся согласно ГОСТ 5264-69, что обеспечивает герметичность соединений.

Опытно-промышленный образец вакуум-газлифтной установки для очистки дымовых газов и золошлакоудаления апробирован в условиях шахты "Центральная" ПО "Красноармейскуголь". Годовой экономический эффект составляет 12 000 руб, не считая природоохранного эффекта.

В настоящее время разработку проектов для конкретных шихтовых котельных осуществляет проектно-конструкторское бюро ПО "Красноармейскуголь", а изготовление и монтаж установок — Красноармейский ремонтно-механический завод (могут и другие заводы). Координацию указанных работ проводит филиал кафедры РГПУиГ ДПИ при ПО "Красноармейскуголь".

По предварительным расчетам годового экономического эффекта на один котлагрегат КЕ-10-14 составляет 50 тыс.руб.



ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	1
1. Способ очистки предварительных отстойников пламенным конвейером (багер-зумпф БЗ-1)	2
2. Способ очистки зумпфов скиповых стволов пламен- ным эрлифтом	5
3. Способ очистки и осушения водосборных емкостей специальным эрлифтом	11
4. Способ очистки водосборных емкостей вакуумной установкой	18
5. Способ очистки водосборных емкостей и водоотлив эрлифтными установками	24
6. Рекомендации по применению гидроэлеваторов для водостлива	29
7. Рекомендации по проектированию водоотливной установки (НУО-1), исключающей необходимость очистки водосборников от твердого	42
8. Комбинированный способ очистки дымовых газов и золошлакоудаления в шихтовых котельных	45

Редакторы Л.Б.ОРДЕЛОВА, Р.Я.ГОЛЬЦЕР

Подписано в печать 29.06.83. БП 07126.
Формат 60x90 1/16. Офс.печ. Печ.л. 3,25. Уч.-изд.л.3,57.
Т.1500. Заказ 1062 Цена 25 коп.
ЦБНТИ Минуглепрома УССР.
Подразделение оперативной полиграфии
ЦБНТИ Минуглепрома УССР
340066, г.Донецк, 66, ул.Артема, 60