Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XLI, вып. 1, 1959 г.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ КАМЕРНЫЙ ПИТАТЕЛЬ С ШАРОВЫМИ КЛАПАНАМИ, УПРАВЛЯЕМЫМИ ЭЛЕКТРОМАГНИТАМИ

Н. П. Грачев

Для гидравлического транспортирования насыпных материалов различных характеристик на значительные расстояния перспективным является применение питателей в сочетании с высоконапорными центробежными насосами.

Применяемые в настоящее время гидравлические питатели (шнековые, плунжерные, роторные, камерные и др.) для ввода насыпных материалов в напорный трубопровод обеспечивают работу гидротранспортных систем под давлением не более 16 *ати* [1].

В последние годы проектные и научно-исследовательские организации СССР, Польши, Англии и некоторых других стран осваивают конструкции главным образом камерных питателей, позволяющие работать при давлениях воды в гидротранспортных системах 80—100 *ати* и более.

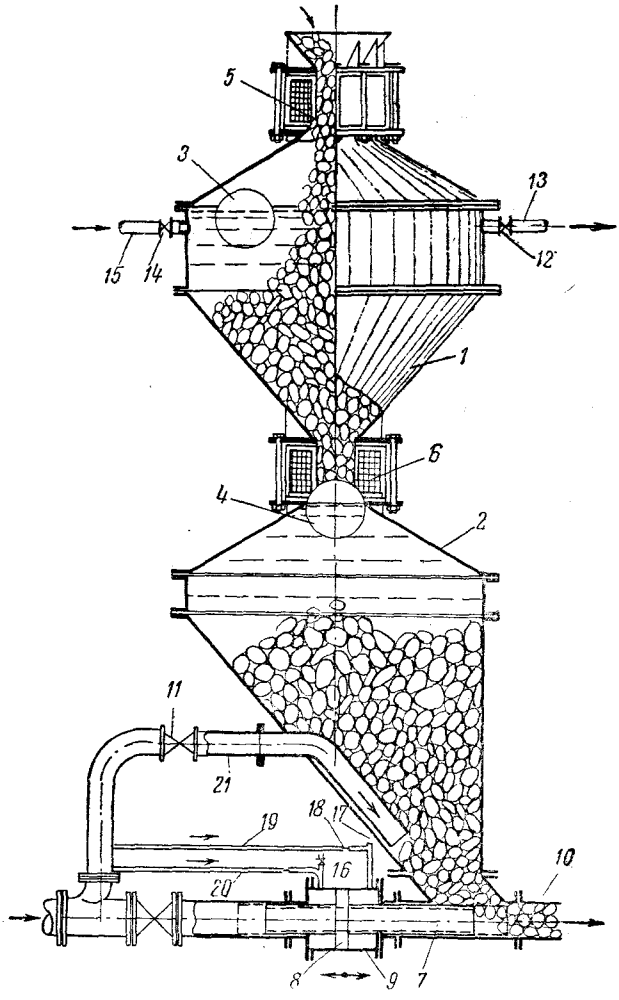
Одним из существенных недостатков камерных питателей является сложность конструкции и малая надежность в работе клапанных устройств.

Предлагаемый гидравлический питатель отличается от известных наличием шаровых клапанов из ферромагнитного материала, которые управляются электромагнитами, вмонтированными в горловины камер. Такое устройство упрощает систему дистанционного управления, конструкцию питателя и надежно в работе.

Питатель состоит из камер *1* и *2*, установленных одна над другой (см. рисунок[1]). Перепускные отверстия между камерами перекрываются плавающими стальными шаровыми клапанами *3* и *4*, притягиваемыми к нижним обрезам выпускных отверстий камер электромагнитами *5* и *6*. Выпуск насыпного материала из нижней камеры *2* производится непосредственно в напорный трубопровод *10*. Для равномерной подачи материала в трубопровод, а также поддержания определенной консистенции пульпы применено регулирующее устройство. Оно состоит из пологого штока *7*, несущего поршень *8* цилиндра *9*. Поршень уравновешивается в цилиндре давлением воды, поступающей из напорного

[1] Н. П. Грачев. Авторское свидетельство на изобретение № 115609 от 14 декабря 1957 г.

трубопровода *10*. Для перемещения поршня в ту или другую сторону необходимо закрыть вентиль одной из труб *19* или *20*, подводящих воду к цилиндру, и открыть вентиль выпускного патрубка этой же трубы для отвода некоторого количества воды из цилиндра. Например, необходимо перекрыть выпускное отверстие нижней камеры. Для этого открывается



Гидравлический двухкамерный питатель непрерывного действия:

1 и *2* — камеры; *3* и *4* — шаровые плавающие клапаны; *5* и *6* — электромагниты; *7* — шток; *8* — поршень; *9* — цилиндр; *10* — транспортный трубопровод; *11*, *12*, *14*, *16* — *18* вентили; *13* — трубопровод для отвода воды в зумпф; *15* — трубопровод для подвода воды в камеру; *19*, *20* — трубы для подвода воды к цилиндру; *21* — труба нагнетательная

вентиль *16* и закрывается вентиль *18*, вода при этом из правой части цилиндра выпускается. Таким образом создается разность давлений воды в цилиндре. Так как давление воды больше с левой стороны поршня, то последний передвинется вправо и штоком перекроется выпускное отверстие.

Перед загрузкой насыпным материалом верхней камеры питателя открывается вентиль *12* и некоторое количество воды (равное объему

материала, загружаемого в камеру) отводится по трубопроводу *13* в зумпф. Затем соленоидная катушка электромагнита *5* отключается от электрической сети и шаровой клапан вместе с насыпным материалом опускается в камеру *1*, заполненную водой. Шаровой клапан всплывает в камере и отклоняется в сторону движущимся из приемной воронки насыпным материалом. После загрузки насыпным материалом верхней камеры закрывается вентиль *12* и открывается вентиль *14* трубопровода *15*. Камера *1* заполняется водой и шаровой клапан *3* подводится ею к обрезу загрузочного отверстия верхней камеры. Соленоидная катушка электромагнита *5* подключается к электрической сети. При включении тока магнитный силовой поток проходит по корпусу электромагнита и замыкается через стальной шар. При этом шар притягивается электромагнитом *5* и удерживается до тех пор, пока соленоидная катушка не будет отключена от электрической сети.

Для загрузки насыпным материалом нижней камеры *2* достаточно отключить питание соленоидной катушки электромагнита *6*. При этом клапан откроется самим насыпным материалом, поступающим из верхней камеры, так как сила, прижимающая шаровой клапан *4* к обрезу выпускного отверстия, равная весу объема вытесненной им воды за вычетом собственного веса шара, незначительна по сравнению с весом столба насыпного материала над шаровым клапаном *4*. Затем из камеры *2* насыпной материал либо самотеком, либо под напором воды, подводимой по трубе *21*, поступает в транспортный трубопровод гидравлической транспортной установки.

Производительность питателя регулируется штоком *7* (трубой) поршня *8*, перекрывающего выпускное отверстие нижней камеры.

Применение электромагнитов *5* и *6* для автоматического управления шаровыми клапанами *3* и *4* гидравлического питателя позволит обеспечить бесперебойную работу гидравлической транспортной установки.

Такая конструкция питателя отвечает основным требованиям, предъявляемым к гидравлическим питателям: 1) возможности образования однородной пульпы, т. е. поддержания требуемой консистенции; 2) допустимости работы при любых давлениях воды в гидротранспортных системах при безударной подаче материала в транспортный трубопровод; 3) непрерывности и равномерности подачи насыпного материала в транспортный трубопровод; 4) минимального измельчения насыпного материала; 5) широкого диапазона производительности; 6) возможности автоматического и дистанционного управления; 7) допустимости работы на насыпных материалах различных характеристик; 8) простоты и надежности конструкции; 9) удобству сборки, уходу и ремонта; 10) высокой степени безопасности; 11) малой стоимости изготовления конструкции и малым эксплуатационным расходам.

С энергетической стороны питатели камерного типа имеют очевидные преимущества перед питателями других типов. Так, например, потребление мощности шнековыми питателями составляет 1,5 ÷ 2 *квт* на 1 *т* часовой производительности. Потребление же мощности при работе камерных питателей с учетом перекачки воды, сбрасываемой в зумпф при загрузке камер, работы клапанов и других механизмов питателя, составляет 0,5 ÷ 0,9 *квт* на 1 *т* часовой производительности.

Недостатком питателя, как и питателей камерного типа, являются большие габаритные размеры. Однако при установке питателя в пределах околоствольного двора, где питатель служит бункером, его размеры существенного значения не имеют.

По принципу работы камерные гидравлические питатели аналогичны бункерам для насыпных материалов.

Как показали эксперименты, насыпные материалы в камерах, заполненных жидкостью с удельным весом меньшим, чем у материала, занимают примерно такое же положение как и в бункерах для насыпных материалов. Поэтому в качестве исходных для определения основных параметров питателей принимаем формулы и зависимости, принятые для расчета технических параметров бункеров.

При расчете гидравлических питателей значения коэффициентов и величин, входящих в эти формулы, должны быть приняты с учетом среды жидкости.

Приводим методику определения основных параметров гидравлических питателей.

Технические параметры питателя. Объем материала, подлежащего пропуску через выпускное отверстие в период загрузки камеры, равен емкости камеры. Пропускная способность выпускного отверстия

$$U_0 = 60 \frac{\pi d_0^2}{4} v, \ м^3/мин, \tag{1}$$

откуда диаметр выпускного отверстия

$$d_0 = 0{,}15 \sqrt{\frac{U_0}{v}}, \ м, \tag{2}$$

где v — скорость истечения насыпного материала через выпускное отверстие камеры, равная $0{,}1 \div 2$ *м/сек*, заполненной жидкостью.

Меньшие значения скорости принимаются для мелкого материала с зернами крупностью от 5 *мм*, большие значения скорости — для материалов средней крупности и крупнокусковых.

Если дан диаметр выпускного отверстия, то скорость истечения насыпного материала через выпускное отверстие камеры, заполненной жидкостью,

$$v = \sqrt{\frac{gR}{f}(1 - c)}, \ м/сек, \tag{3}$$

где R — гидравлический радиус выпускного отверстия, *м*;

f — коэффициент внутреннего трения насыщенного жидкостью насыпного материала, соответствующий углу внутреннего трения φ;

$c = \frac{\gamma_ж}{\gamma_м}$ ($\gamma_ж$ и $\gamma_м$ — соответственно удельный вес жидкости и материала, *кг/м*^{3}).

Как видно из формулы (3), скорость истечения материала значительно зависит от величин $\gamma_ж$ и $\gamma_м$, при $\gamma_ж = \gamma_м$ $v = 0$, т. е. материал в жидкости находится во взвешенном состоянии.

Диаметр выпускного отверстия должен быть дополнительно проверен по гранулометрическому составу насыпного материала по формуле (2)

$$d_0 = K(a_{max} + 80) \operatorname{tg} \rho, \ мм, \tag{4}$$

где K — эмпирический коэффициент, который можно принимать независимо от вида груза равным 2,5;

a_{max} — размер наибольших кусков, *мм*;

ρ — угол естественного откоса материала, насыщенного жидкостью в покое, *град.*

С достаточной для практики достоверностью можно считать, что полное вертикальное усилие, действующее на шаровой клапан площадью F $м^2$, равной площади отверстия истечения F_0, выражается как гидростатическое давление

$$P = pF, \tag{5}$$

где p — удельное давление насыпного материала,

$$p = \left(\gamma - \frac{\gamma\,\gamma_{ж}}{\gamma_{м}}\right)\frac{R}{fk_0}$$

или

$$p = \gamma\,(1 - c)\,\frac{R}{fk_0},$$

где γ — насыпной вес материала, $кг/м^3$;

k_0 — коэффициент, характеризующий подвижность материала,

$$k_0 = \frac{1 - \sin\varphi}{1 + \sin\varphi}.$$

Следовательно, усилие прижатия клапана к обрезу выпускной трубы камеры, равное силе прижатия электромагнита, должно удовлетворять условию

$$S_0 > P \tag{6}$$

или

$$S_0 = c_0 P, \tag{7}$$

где c_0 — коэффициент запаса силы прижатия, равный 1,5.

Зная величину силы прижатия электромагнита S_0, нетрудно произвести его расчет.

Выводы

1. Наиболее целесообразной конструкцией питателя гидротранспортных установок, работающих под различным давлением воды, является камерный питатель.

2. Расчет основных параметров питателя — производительность, скорость истечения материала через выпускное отверстие, давление материала на клапан — может быть произведен на основе общей методики расчета для насыпных материалов с учетом заполнения жидкостью камеры питателя.

3. Угол наклона стенок питателя необходимо принимать не менее величины, определяемой по выражению $\alpha \geqslant 45 + \frac{\varphi}{2}$.

4. Освоение предлагаемого гидравлического питателя не представляет никаких затруднений и может быть проделано в очень короткое время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Спиваковский А. О., Смолдырев А. Е. Совершенствование рудничного гидравлического и пневматического транспорта и задачи научных исследований. Научн. докл. высшей школы. Горное дело, 1958, вып. 3, стр. 202—208.

2. Алферов К. В. Бункеры. Затворы и питатели. Машгиз, 1946.