***Лабораторная работа № 5***

***Назначение и общее устройство установок гидравлического транспорта***

***1 Общие сведения***

Установки гидравлического транспорта (рис. 1) служат для перемещения насыпного груза по трубам и желобам в струе жидкости (воды). Смесь груза с водой называется гидросмесь или пульпа. Консистенцию пульпы опреде­ляет соотношение количества составляющих ее твердого и жидкого компонентов. Принцип действия гидравлических транспортных установок заключается в передаче энергии движущейся воды частицам насыпного груза и перемещении их с большой скоростью.

Гидротранспортные установки разделяют на напорные и безнапорные. По желобам (каналам) пульпа перемещается самотеком в сторону движения. По трубопроводам пульпа перемещается самотеком или под напором с помощью насоса: в горизонтальном направлении, вниз или вверх.

Преимуществом гидравлического транспорта является:

- высокая производительность;

- большая длина транспортирования без перегрузок по сложной трассе с подъемами под любым углом и по вертикали;

- отсутствие механического оборудования на трассе трубопровода (за исключением сосредоточенных в отдельных пунктах машинных отделений);

- возможность совмещения транспортирования с некоторыми технологическими процессами («мокрым» обогащением полезных ископаемых, гашением и гранулированием шлаков, сортированием по крупности и т. п.);

- возможность полной автоматизации.

Недостатками гидравлического транспорта являются:

- ограничения по роду и характеристикам перемещаемых грузов, в частности по их крупности, что вызывает нередко необходимость предварительного дробления груза;

- повышенный износ трубопровода и входящих в соприкосновение с гидросмесью механических частей при перемещении абразивных грузов;

- увеличенный расход энергии; потребность в больших количествах воды;

- опасность замерзания в зимних условиях;

- повышение влажности в закрытых помещениях.

***2 Схемы и элементы установок гидравлического транспорта***

***2.1 Схемы гидротранспортных установок***

Напорные гидротранспортные установки классифицируют по способу ввода перемещаемого груза в трубопровод, который определяет и применяемое механическое оборудование.

Основные схемы установок показаны на рис. 1, *а* и *б*. В схеме, изображенной на рис. 1, *а*, пульпонасос из резервуара забирает пульпу и нагнетает ее в трубопровод. В схеме, показанной на рис. 1, *б*, водяной насос забирает воду из резервуара и нагнетает ее в трубопровод, а перемещаемый груз вводится в трубопровод специальным устройством, в данном случае представляющим собой камеру с герметичным вращающимся барабанным питателем.

Преимуществом первой схемы является отсутствие довольно сложного питающего устройства, а второй – упрощение основного механического агрегата – водяного насоса, работающего на чистой воде, и, главное, уменьшение его износа и повреждений твердыми частицами груза.

В конечном пункте установки пульпа может выбрасываться из трубопровода непосредственно в приемный резервуар (рис. 1, *б*) или приниматься на водоотделяющий грохот. При необходимости осветленная вода из приемного резервуара отдельным насосом перекачивается в резервуар для пульпы и снова поступает в трубопровод, совершая замкнутый цикл.

В отдельных случаях, если напор может быть создан разностью уровней (например, при спуске в шахту по трубопроводу закладочного материала и последующем транспортировании его под землей до выработанного пространства), насыпной груз и вода подаются в приемную смесительную воронку (рис. 1, *в*).



Рис. 1. Схемы гидротранспортных установок: *а* – с пульпонасосом; *б*– *с*водяным насосом и питателем; *в*–самотечная; *1* – водопровод; *2*–пульпонасос;

*3*–пульпопровод; *4*– насос для осветленной воды;*5*– водоотделительный грохот; *6*–резервуар для пульпы;*7* – водяной насос; *8*–бункер для породы с питателем;

*9*–резервуар для воды; *10*–резервуар для пульпы; *11*– бункер для породы; *12*–смесительная воронка

Существуют гидротранспортные установки для шлако- и золоудаления из котельной. Водяной насос нагнетает воду под высоким давлением в водовод, имеющий ответвления к шлаковым и зольным сборни­кам, из которых шлаки и зола смываются с помощью эжекторов (рис. 2) и по сборному пульпопроводу перемещаются в отвал либо передаются в резервуары, а затем грейфером грузятся в вагоны.

***2.2 Элементы гидротранспортных установок***

***2.2.1 Эжекторное устройство (струйный аппарат).***

Работа основана на использование Уравнения Бернулли - для стабильно текущего потока (газа или жидкости) сумма кинетической и потенциальной энергии, давления на единицу объема является постоянной в любой точке этого потока.

 $\frac{ρ v^{2}}{2}+ ρ g h+ p =const$

где ρ – плотность, кг/м3,

h – высота центра сечения, м,

g – ускорение свободного падения м/с2,

p – давление в центре сечения трубопровода, Па.

Первое и второе слагаемое в **уравнении Бернулли** имеют смысл кинетической и потенциальной энергии, приходящейся на единицу объёма жидкости. А третье слагаемое является работой сил давления и не запасает какую-либо энергию.

Работает эжектор следующим образом: струя воды под давлением на выходе из сопла резко увеличивает скорость. Вокруг струи падает давление и создается разреженное пространство в которое засасывает измельченную породу из воронок. Смешение воды и груза и образование пульпы происходит в сменном патрубке, примыкающем к конической трубе, – диффузоре, в котором кинетическая энергия струи снова превращается в потенциальную энергию давления, служащую для дальнейшего транспортирования пульпы по пульпопроводу.



Рис. 2. Эжекторное устройство

Существуют установки для спуска в шахту и транспортирования к забоям материала (шлак, дробле­ная порода и пр.), служащего для закладки выработанного пространства, Установка работает по принципу использования естественного напора, образующегося в расположенном в вертикальном стволе трубопроводе. Она включает ленточный конвейер*,*подающий закладочную породу; неподвижный грохот для породы, на который сверху подается вода из трубопровода; валковую дробилку*,*дробящую крупные, не прошедшие сквозь грохот куски породы; установленную под грохотом приемную смесительную воронку и расположенный внутри водяной камеры трубопровод. В нижней части трубопровод имеет продольные про­резы, через которые выходит воздух и дополнительно поступает из камеры вода, регулирующая уровень пульпы в трубопроводе. На трубопроводах установлены измерительные приборы, регистрирующие расход воды и пульпы и измеряющие давление в пульпопроводе*.*

***2.2.2 Питатели (загрузочные устройства)***

Загрузочные устройства,служащие для ввода насыпного груза в находящийся под высоким давлением трубопровод, не должны при работе пропускать воду из трубопровода. Это достигается одним из двух основных способов загрузки трубопровода:

- питатель, работающий под открытым бункером или воронкой, преодолевая давление воды, механически вводит груз в полость трубопровода высокого давления;

- насыпной груз перепускается («шлюзуется») через одну или две последовательно расположенные камеры с попеременно открывающимися и закрывающимися отверстиями в верхней и нижней части. Питатели, работающие по второму способу, называются камерными.

Бескамерные питатели характеризуются непрерывностью действия, а камерные – цикличностью, причем цикл их работы складывается из времени наполнения камеры, ее опорожнения и маневрирования поочередно закрывающимися и открывающимися затворами. Для достижения непрерывного или почти непрерывного действия камерные питатели устраивают обычно из двух рядом стоящих секций, и управление затворами осуществляется на них таким образом, что в период, когда выпускная камера одной секции заполняется грузом, вторая разгружается в трубопровод.

Бескамерный винтовой питатель непрерывного действия (рис. 3) состоит из трех узлов: привода *3*(двигатель, турбомуфта и редуктор), винта *2*в цилиндрическом кожухе, входящего с одной стороны в приемную воронку, и трубопровода *1,*примыкающего к свободному от винта цилиндрическому патрубку и образующего в этом ме­сте смесительную камеру. Трубопровод снабжен задвижками, которые могут перекрывать его или перепускать воду для промывки в обход смесительной камеры.

Насыпной груз, в данном случае уголь, подается ленточным конвейером в воронку и из нее перемещается винтом к цилиндрическому патрубку и далее – к смесительной камере, в которой образуется гидросмесь, перемещаемая по рабочему трубопроводу. Создающееся в цилиндрическом патрубке уплотне­ние угля (для чего винтовой питатель выполняют иногда с уменьшающимся к выходному отверстию шагом винта) препятствует проникновению воды че­рез винт в воронку. Однако надежная герметизация достигается только при условии, что скорость подачи угля в патрубок превышает скорость фильтрации воды через толщу находящегося в нем уплотненного угля. Поэтому винтовые питатели не применяют при транспортировании грузов, состоящих из твердых, несминающихся кусочков, так как вода под давлением быстро проникает через промежутки между кусками. Нецелесообразно использовать питате­ли этого типа и при перемещении абразивных грузов, вызывающих повы­шенный износ винта, кожуха и пат­рубка.



Рис. 3. Бескамерный винтовой питатель не­прерывного действия: *1* – трубопровод; *2* – винт; *3* – привод

Расход энергии и износ в винтовых питателях высок. Если считать полезной работу ввода в трубопровод груза и вытеснения воды под давлением (пропорциональную произведению объема груза в единицу времени на давление воды в трубопроводе), то кпд винтового пи­тателя, подсчитанный по установленной мощности двигателя, не превышает 20…30 %.

Преимуществом винтового питателя являются непрерывность его действия и относительно небольшие размеры. Однако из-за трудности достижения герметичности и высокой производительности на стационарных установках более широкое применение находят камерные питатели, производящие «шлю­зование» насыпного груза из внешнего пространства в трубопровод высокого давления.

В последнее время в установках для транспортирования рядовых и кусковатых грузов под высоким напором все более широкое применение находят камерные трубчатые питатели, характеризующиеся относительной простотой конструкции, автоматичностью действия и приспособленностью для ра­боты с кусковатыми грузами. Трубчатый питатель состоит из двух камер-труб с соответственной арматурой. Концы труб соединяются с одной стороны с подающим пульпу трубопроводом и подающим воду трубопроводом, а с другой – с транспортным магистральным трубопроводом. Ввод в камеры-трубы пульпы и вымывание ее водой в магистральный трубопровод регулируются четырьмя автоматически управляемыми обратными клапанами, а подвод и слив воды производятся по программе при помощи задвижек, управляемых с пульта. Таким образом, процессы попеременного заполнения одной камеры пульпой и подачи пульпы в магистральный трубопровод из другой камеры происходят одновременно и почти непрерывно.

***2.2.3 Пульпонасосы и водяные насосы***

Пульпонасосы, применяемые в установках, как правило, центробежные и в редких случаях при перемещении неабразивных грузов из мелких фракций – поршневые. Недостатками поршневых пульпонасосов являются повышенный износ, большие габаритные размеры, а также пульсирующее действие, в результате которого из пульпы в трубопроводе могут выпадать ча­стицы твердых фракций. К их преимуществу относится возможность созда­ния высоких давлений.

По конструкции и принципу действия центробежные насосы для пульпы мало отличаются от насосов для воды. В зависимости от числа рабочих колес в одном кожухе различают одно-, двух– или многоступенчатые насосы 9достаточно редкое применение). Для пульпы обычно применяют одноступен­чатые насосы, в редких случаях для получения более высокого давления – двухступенчатые. Однако двухступенчатые насосы имеют недостатки – сложность конструкции и большой износ, а при перемещении таких грузов, как уголь, – сильное его измельчение. Специфическими требованиями, предъявляемыми к пульпонасосам, являются обеспечение транспортирования достаточно крупных кусков (практически до 100 мм), возможно большая износостойкость частей и удобство ремонта и замены наиболее быстро изна­шивающихся элементов, особенно уплотнений, а также несильное измельчение частиц груза от ударов при входе пульпы на колесо и при дальнейшем движении внутри насоса. Для повышения срока службы колеса и других подверженных изнашиванию деталей применяют специальные стали и высоко­хромистый чугун, производят наплавление слоя металла высокой твердости или армирование навулканизированнойрезиной.

Наибольший расход и давление имеют грунтовые насосы: до 4000 м3/ч и 0,66 МПа, а по специальному заказу – до 7000 м3/ч и 0,71 МПа.

Для увеличения напора одноступенчатые насосы иногда монтируют по два в одной установке и соединяют между собой последовательно. На длинных трубопроводах или при большой высоте подъема трубопровод делят на участки с промежуточными перекачными насосами. Это осуществляют одним из двух способов: либо трубопровод предыдущего участка соединяют непосредствен­но с всасывающим патрубком последующего участка, либо в местах сопряжения участков устанавливают промежуточные резервуары (зумпфы), из которых насосом засасывается пульпа. Первый способ связан с меньшими гидравлическими потерями, но требует более согласованной работы всех нахо­дящихся на значительном расстоянии друг от друга насосов.

Основные требования, предъявляемые к пульпонасосам: транспортирование крупных (до 100 мм) кусков груза; высокая износостойкость; удобство обслуживания и ремонта. Для увеличения срока службы быстроизнашивающихся элементовпульпонасосов применяют специальные стали и материалы, армирование навулканизированной резиной.