СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1. Расчёт водоотливной установки

1.1 Определение нормального и максимального притоков

1.2 Требуемый ориентировочный напор насоса

1.3 Выбор типа насоса и их количества

1.4 Расчет потребного диаметра трубопровода и его выбор

1.5 Расчет характеристики сети

1.6 Определение суммарных потерь напора в трубопровод

1.7 Установление действительного напора насоса

1.8 Определение мощности электродвигателя и выбор его типа

1.9 Расчет расхода электрической энергии и установление КПД водоотливной установки

2. Специальная часть

3. Экология при водоотливе

Заключение

Список литературы

ВВЕДЕНИЕ

Разработка полезных ископаемых подземным и открытыми способами характеризуется значительными притоками подземных вод. Поэтому необходимо производить комплекс сложных работ по предупреждению их поступления в карьерные выработки. Доля затрат на осушительные мероприятия в общем комплексе горных работ достигает 10-15% капиталовложений. При осушении месторождений осушительные работы имеют цель заблаговременно снизить притоки и напоры вод, а так же осуществить их плавный перевод за границы карьерного поля. Для удаления воды из карьера оборудуются сложные водоотливные установки, бесперебойная работа которых обеспечивает безопасную отработку месторождений и создает необходимые условия труда. Доля притоков шахтных вод в карьер имеет большое значение при проектировании и эксплуатации водоотливных установок. Она определяет: тип насосных агрегатов, их производительность, режимы работы, расположение водоотливных установок по горизонтам карьера. Несоответствие между производительностью водоотливных установок и притоками вод, как правило, влечет за содой затопление рабочей зоны карьера. Причины подобных явлений в неправильном выборе оборудования водоотливной установки без учета ожидаемых притоков вод.

1. Расчёт водоотливной установки

1.1 Определение нормального и максимального притоков

Номинальная подача насоса при максимальном числе часов его работы в сутки:

(1.1)



где - нормальный часовой приток, м3/ч;



- максимальное число часов работы насоса в сутки, в соответствии с



правилами безопасности, 20ч.



Для шахт геодезическая высота

(1.2)



где Hк- глубина шахты, м;

- высота всасывания насоса, м. При положительной высоте всасывания ставится знак “+”, при отрицательной высоте – “-“ ,



– превышение слива воды на поверхности относительно устья ствола, 1,5÷2 м;



1.2 Требуемый ориентировочный напор насоса

(1.3)



где - геодезическая высота шахты, м.



1.3 Выбор типа насоса и их количества

Ориентировочно производится выбор типа насоса, для чего строится эскизный график характеристики насосов, близких к параметрам насосной установки (Нн, Qн).

На основании ранее вычисленных: номинальной подачи насоса Qн и ориентировочного напора Нм – по каталогу насосов или таблице выбираем наиболее подходящий тип и марку насосов.

Выписывается из каталога тип насоса и его марка с указанием подачи и напора на одно колесо.

ЦНС 500-160-800

Оптимальная подача – 500 м/ч;



Напор одного рабочего колеса – 81,3 м.

Выбранный насос проверяется на наличие рабочего режима в зоне

промышленного использования и на устойчивость.

(1.4)



где - напор насоса при закрытой задвижке, м;



- число колес насоса. Для спиральных насосов их число менять нельзя. Для насосов серии ЦНС их количество должно быть в пределах от 2 до 10.



Количество рабочих колес:

(1.5)



Где Нкол – напор одного рабочего колеса при нулевой подаче



Округляем количество рабочих колес до ближайшего целого значения - 4.



1.4 Расчет потребного диаметра трубопровода и его выбор

Трубопровод является одним из важнейших элементов водоотливной установки. К трубопроводу предъявляются следующие требования:

- надёжность, долговечность и безопасность обслуживания;

- доступность для осмотра и ремонта;

- наличие резервных ставов и возможность быстрого переключения на резервный трубопровод в автоматическом режиме;

- стойкость к агрессивным воздействиям рудничной воды;

- минимальные капитальные и эксплуатационные затраты;

- минимальные гидравлические сопротивления.

Оптимальный диаметр напорного трубопровода

(1.6)



где - номинальная подача насоса при максимальном числе часов его работы в сутки, м3/ч;



- коэффициент, учитывающий количество напорных трубопроводов, т.к количество трубопроводов 2,следовательно =1.



По полученному значению выбирается стандартный диаметр трубопровода. Диаметр всасывающего трубопровода принимается на 25÷50 мм больше напорного.

Принимаем диаметр напорного трубопровода – 245мм, всасывающего – 299 мм.

Толщина стенки напорного трубопровода (мм)



(1.7)



где - стандартный внешний диаметр нагнетательного трубопровода, м;



- давление – 6 МПа у напорного патрубка; 3 МПа у подводящего.



- срок службы трубопровода, 10 лет.



Принимаем толщину стенки напорного трубопровода – 7 мм.

Внутренний диаметр напорного трубопровода:

Dвнутр=Dст-2δ (1.8)

Dвнутр=245-2·7=231 мм

Толщина стенки всасывающего трубопровода:



Принимаем толщину стенки всасывающего трубопровода – 7 мм.

Внутренний диаметр всасывающего трубопровода:

Dвнутр = 299 – 2∙7 = 285 мм

Выбранные стандартные диаметры трубопровода проверяются по скорости движения воды:

(1.9)



где - стандартный внутренний диаметр трубопровода, м.



Скорость движения воды в нагнетательном трубопроводе должна быть в пределе 1,5÷2,5 м/с, во всасывающем – 0,5÷1,7 м/с.

м/с



м/с



1.5 Расчет характеристики сети

Основное уравнение сети водоотливной установки

(1.10)



где - постоянная трубопровода, ч2/м5.



Постоянную трубопровода можно определить по формуле

(1.11)



где λ– коэффициент гидравлического трения в трубопроводе - 0,03;

- длина трубопровода, м;



- суммарный коэффициент местных сопротивлений;



- стандартный внутренний диаметр трубопровода, м.



Для нагнетательного трубопровода:



Для всасывающего трубопровода:



Длина трубопровода при открытом водоотливе:

(1.12)



где l1 – длина трубопровода по насосной камере – 20 м;

l2 – длина труб в трубном ходке – 20 м;

l3 – длина труб на поверхности от устья ствола до места слива – 60 м



* 1. Определение суммарных потерь напора в трубопроводе

Таблица 1 -Определение коэффициента местного сопротивления для нагнетательного трубопровода

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование местного сопротивления | Величина | Количество | Сумма |
| 1. | Колено 135° | 0,195 | 3 | 0,585 |
| 2. | Задвижка открытая | 0,27 | 1 | 0,27 |
| 3. | Колено 90° | 0,64 | 3 | 1,92 |
| 4. | Обратный клапан | 14,5 | 1 | 14,5 |
| Всего | | | | 17,275 |

Таблица 2 - Определение коэффициента местного сопротивления для всасывающего трубопровода

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование местного сопротивления | Величина | Количество | Сумма |
| 1. | Колено 90° | 0,64 | 2 | 1,28 |
| 2. | Приемный клапан | 4,4 | 1 | 3,6 |
| Всего | | | | 4,88 |

Подставив в формулу (1.10) значения Нг и R, получим уравнение внешней сети.

1.7 Установление действительного напора насоса

Режим работы насосного агрегата определяется графоаналитическим методом. Вначале определяют графическое изображение внешней характеристики сети (зависимость Н=f(Q)), то есть в аналитическое уравнение внешней сети подставляют различные значения Q. Данные сводят в таблицу 3.

Таблица 3 - Характеристика нагнетательного трубопровода

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | 0Q | 0.5Q | 1.0Q | 1.5Q | 2.0Q |
| Подача, м3/ч | 0 | 250 | 500 | 750 | 1000 |
| Напор, м | 309 | 309,9 | 312,5 | 316,8 | 323 |

Имея каталожную характеристику (график) принятого насоса и графическую аналитическую характеристику внешней сети насосной установки, можно получить режим работы насоса на эту внешнюю сеть. Координаты режима работы получаются, если сомасштабно наложить характеристику сети на характеристику насоса.

По графику нагнетательного трубопровода определяем =508; =346; =0,7



После чего определяется число часов работы насоса в сутки при откачивании притока воды:

(1.13)



где – действительная подача насоса;



- нормальный приток воды в шахту.



1.8 Определение мощности электродвигателя и выбор его типа

Данных координат точки режима работы насосной установки достаточно, чтобы определить мощность двигателя насоса (кВт):

(1.14)



где – плотность рудничной воды, 1050 кг/м3;



коэффициент запаса мощности двигателя, при, при > 100м3/ч, = 1,1÷ 1,15.



- действительный напор;



Таким образом, зная мощность двигателя, принимается ближайший больший по мощности двигатель, частота вращения которого совпадает с частотой вращения насоса. Принимаем двигатель ВАО630M4. Номинальная мощность – 800 кВт, напряжение – 6000 В, КПД – 95%, синхронная частота вращения – 1500 об/мин.

1.9 Расчет расхода электрической энергии и установление КПД водоотливной установки

Число работы насоса в сутки при откачивании нормального притока, (час):

(1.15)



То же при максимальном притоке, (час):

(1.16)



Годовой расход электроэнергии ,кВт:

(1.17)



где ηд - КПД двигателя, 0,95;

ηсети - КПД электрической сети, 0,95;

η – КПД насоса;

- количество дней в году с нормальным водопритоком, 305;



- количество дней в году с максимальным водопритоком, 60.



Годовой приток воды (м3/год):



(1.18)



Удельный расход электроэнергии (кВт⋅час/м3):

(1.19)



Полезный расход электроэнергии ( кВт⋅час/м3):

(1.20)



Коэффициент полезного действия водоотливной установки:

(1.21)



2. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. ЗАЩИТА АППАРАТУРЫ И НАСОСОВ ОТ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ УДАРОВ

Основная причина, вызывающая гидравлические удары в напорных трубопроводах, - аварийное отключение электропитания двигателей насосов. Гидравлических ударов, возникающих в результате изменения степени открытия запорной арматуры, практически можно избежать, изменяя режим закрытия и открытия. При отключении электродвигателей насосов, подающих воду по напорным трубопроводам в открытые емкости, процесс гидравлического удара протекает следующим образом. После отключения насосов уменьшаются частота вращения роторов агрегатов, подача и напор. Давление на насосной станции начинает снижаться. Снижаются и скорости движения воды в трубопроводе. В какой-то момент вода остановится и далее начнет двигаться с ускорением в обратном направлении. При наличии обратных клапанов на напорных линиях насосов изменение направления движения воды в трубопроводе вызывает закрытие их дисков, что резко замедляет движение потока и значительно повышает давление - происходит гидравлический удар.

Прочностные показатели труб для прокладки напорных водоводов назначают по расчетному давлению, принимаемому равным либо максимальному рабочему давлению, либо давлению при гидравлическом ударе, умноженному на коэффициент 0,85 для стальных труб и на 1 для труб из других материалов. Повышение давления при гидравлическом ударе может быть определяющим при выборе прочностных показателей труб. Рассчитывают прочностные показатели труб внешней нагрузки трубопровода при наличии в нем вакуума (практически это относится к стальным трубам большого диаметра). Поэтому должны быть использованы средства защиты от гидравлического удара чтобы не увеличивать прочностные показатели труб по сравнению с теми, которые могут быть приняты по максимальному рабочему. Средства защиты от гидравлического удара можно разделить на две большие группы: первая - средства защиты, предназначенные для сброса воды из напорных трубопроводов, вторая - средства защиты, препятствующие развитию значительных скоростей движения воды в обратном направлении. Воду из напорных трубопроводов сбрасывают через насосы и напрямую. Сброс воды через насосы - наиболее простое и дешевое средство защиты, не требующее каких-либо дополнительных затрат, однако при этом возникает реверсивное вращение роторов насосных агрегатов, которое в отдельных случаях может превысить допустимое (как для насоса, так и для электродвигателя) Иногда для уменьшения реверсивной частоты вращения можно ограничить сброс воды, осуществляя его через обводные линии к обратным клапанам на напорных линиях насосов.

Воду помимо насосов сбрасывают и через обычные предохранительные клапаны или специальные клапаны-гасители, открывающиеся еще до повышения давления сверх рабочего (рис. 1).



Рисунок 1 - Схема устройства обводной линии к обратному клапану:

1 - обратный клапан; 2 - обводная линия с задвижкой;

3 - задвижка на напорной линии насоса.

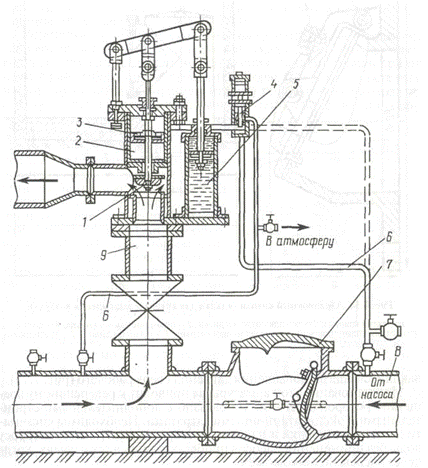


Рисунок 2 - Клапан-гаситель

1 - клапан;2 - цилиндр;3 - поршень;4 - гидрораспределитель;5 - масляный тормоз;6 - соединительные импульсные трубки;7 - обратный клапан;8 - магистральный трубопровод;9 - отводная труба.

К средствам защиты от гидравлического удара, препятствующим развитию значительных скоростей, относятся: впуск воздуха в места образования разрывов сплошности потока в трубопроводе с последующим сжатием воздуха, для чего на трубопроводе устанавливают аэрационные клапаны (клапаны для впуска и защемления воздуха — КВЗВ), которые открываются при снижении давления в трубопроводе ниже атмосферного, обеспечивая впуск воздуха в трубопровод, и закрываются при повышении давления больше атмосферного. Сжатие вошедшего через клапан объема воздуха приводит к уменьшению скорости потока в обратном направлении и тем самым снижает давление в трубопроводе в процессе гидравлического удара. На практике применяли пружинные и грузовые аэрационные клапаны. Однако серийно их не выпускали. Поэтому было предложено использовать в качестве аэрационных обратные клапаны. Установка аэрационных клапанов на трубопроводах - простое и дешевое средство защиты от гидравлических ударов. Однако сжатие воздуха приводит к ощутимому снижению давления лишь при относительно небольших статических напорах (15… 20 м) в месте установки аэрационных клапанов. Поэтому при больших напорах используют другие средства защиты или сочетают впуск воздуха с другими средствами; впуск воды в места возможного образования разрывов сплошности потока для устранения этих разрывов (рис.3). Впуск воды в большинстве случаев осуществляют из специального резервуара, соединенного с напорным трубопроводом линией, оборудованной обратным клапаном. При нормальном режиме работы тарель обратного клапана закрыта давлением воды в трубопроводе, при уменьшении давления в трубопроводе ниже уровня воды в резервуаре обратный клапан открывается и вода поступает в трубопровод. Впуск воды может быть осуществлен и из водонапорных колонн, но из-за относительно высокой стоимости в мелиорации их практически не применяют; разделение трубопровода на несколько частей и установка на нем дополнительных обратных клапанов. В результате гидравлического удара вода начинает двигаться в обратном направлении, клапаны закрываются и разделяют трубопровод на несколько частей, в пределах каждой из которых статический напор относительно невелик. Это средство защиты может быть эффективно использовано при значительном геометрическом подъеме воды.

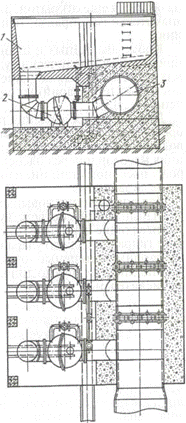


Рисунок 3 - Резервуар для впуска воды, совмещенный с анкерной опорой:

1 - резервуар;2 - обратный клапан; 3 - напорный трубопровод

Гидравлические удары в закрытых оросительных системах могут значительно отличаться от гидравлических ударов в трубопроводах, подающих воду в открытые емкости. Они возникают не только при аварийных отключениях насосных агрегатов, но и вследствие других причин. Работу насосных станций закрытых оросительных систем обычно предусматривают в автоматическом режиме, поэтому отключают и пускают насосные агрегаты при изменении режима полива при открытых задвижках на напорных линиях насосов. При отключении насосов направление движения воды в его напорной линии изменяется очень быстро, и к этому времени тарель обратного клапана остается еще открытой. Закрытие обратного клапана приводит к значительному, правда, непродолжительному повышению давления. Для определения повышения давления при гидравлических ударах и назначении соответствующих мер защиты требуются расчеты, учитывающие основные факторы, существенно влияющие на процесс гидравлического удара и позволяющие получать результаты с необходимой степенью точности. Однако они сложны и трудоемки, и выполнить их можно лишь с применением современных средств вычислительной техники.

3. ЭКОЛОГИЯ ПРИ ВОДООТЛИВЕ

Производственная деятельность человека вносит определенные изменения, в процессы, происходящие в естественной экологической системе, и вызывает тем самым нарушение равновесия между отдельными ее элементами.

Источниками гидродинамических нарушений являются технологические процессы, связанные со строительством и эксплуатацией промышленных предприятий.

Большинство гидрологических нарушений связано с предварительной подготовкой поверхности месторождения и его эксплуатации:

-перенос русел водотоков, протекающих по поверхности над площадью залегания полезных ископаемых;

-предварительное осушение поверхностных водоемов путем перекачивания воды из них в понижения рельефа вне горного отвода;

-осушение площади земельного отвода путем откачивания воды из водоносного горизонта;

Гидрогеологические нарушения связаны с процессом добычи и переработки полезных ископаемых;

-повышение и понижения уровня подземных вод при подработке водонасосных горизонтов;

-истощение водоносных горизонтов над площадью отработки месторождения и за ее пределами путем поступления подъемных вод в горных выработках с последующей откачкой в водоемы и водотоки;

-заводнение подземных горизонтов при закачке в них вод из поверхностных объектов.

Воды извлекаемые при добыче полезных ископаемых разделяются на шахтные, карьерные и дренажные. Дренажные воды образуются за счет попадания подземных и поверхностных в горные выработки, но в отличие от шахтных и карьерных они не подвержены загрязнению, т.е. в большинстве случаев относятся к нормативно-чистым. Дренажные воды образуются в тех горных выработках, где не ведутся горные работы, поэтому они не подвергаются загрязнению взвешенными частицами и нефтепродуктами. Наиболее вероятно бактериальное загрязнение дренажных вод.

По величине рН шахтные, карьерные и дренажные воды делятся на нейтральные (рН=6.5-8.5), кислые (рН<6.5) и щелочные (рН>8.5). По степени минерализации они подразделяются на пресные с содержанием сухого остатка до 1 г\л, слабосолоно-ватые - 1-3, солоноватые - 3-5, сильносоловатые - 5-10, соленые - 10-25, сильносоленые - 25-50 и рассолы более - 50 г\л. Чем выше минерализация шахтных, карьерных и дренажных водах колеблется от 5 до 30 мг\*экв\л. Содержание взвешенных веществ в шахтных и карьерных водах колеблется в пределах от 10-30 до 500-600 мг\л и выше, но обычно не превышает 1000 мг\л, концентрация нефтепродуктов от следов до 0,2-0,8 мг\л и выше.

Бактериальная загрязненность может изменяться в пределах 0,001-4.

Комплексное использование минеральных ресурсов, добытых из недр, и охрана природной среды представляются важнейшими задачами в решении общей проблемы рационального природопользования на современном этапе.

Решение этих задач связано с разработкой принципиально новых и совершенствованием старых технологий извлечения полезных компонентов из недр, комплексной переработке добытого минерального сырья с применением замкнутых и малоотходных схем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В курсовом проекте в соответствии с исходными данными произведен расчет насосной станции шахтного типа. Глубина шахты 250 метров, максимальный часовой приток 400 м3/час. Также в курсовом проекте произведен выбор типа насоса ЦНСК-500-160-800, марка двигателя ВАО630M4. Рассчитаны диаметры всасывающего и нагнетательного трубопроводов. Диаметр всасывающего трубопровода – 299 мм, нагнетательного – 245 мм. Коэффициент полезного действия насосной установки 80%.

Освещены вопросы экологии при открытых горных работах, техники безопасности при эксплуатации насосной станции в карьере. В специальной части рассмотрен вопрос о защите водоотливного оборудования от гидравлических ударов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев В.В. Стационарные машины – М: Недра, 1989, с 304.

2. Картавый Н.Г. Стационарные установки – М: Недра, 1981,с 263.

3. Хаджиков Р.Н., Бутаков С.А. Горная механика. – М: Недра, 1982, с 409.

4. Песвианидзе А.В. Расчёт шахтных подъёмных установок. – М: Недра, 1992, с 273.

5 Хаджиков Р.Н., Бутаков С.А. Сборник примеров и задач по горной механике. – М.: Недра, 1989, с 160.

6. Попов В.Н. Водоотливные установки. Справочное пособие. – М.: Недра, 1990, с 302.

7. Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом. – Алматы, 1994, с 120.

8. Картавый Н.Г., Топорков А.А. Шахтные стационарные установки. Справочное пособие. – М.: Недра, 1978, с 245.