

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ**

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА: «ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ
РАБОТА**

**Расчет оборудования ВПУ производительностью 150 т/ч и расхода тепла при подготовке воды на
Тахиаташской ТЭС**

на тему

Для получения степени бакалавра по направлению 5520100 – «Теплоэнергетика»

Зав.кафедрой:

к.т.н.,доц. Бабаходжаев Р.П.

Руководитель:

ст.пр. Мавжудова Ш.С.

Выпускник:

Салимов Хусан
Қахрамонович

Ташкент – 2014 г.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	2
ГЛАВА 1.ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЧИСТКА ВОДЫ.....	3
1.1 Основы метода коагуляции.....	3
1.2 Основные факторы, влияющие на процесс коагуляции.....	13
1.3 Основы обработки воды реагентами-осадителями.....	16
1.4 Эксплуатация оборудование предочистки.....	18
ГЛАВА.2. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ИОНИТОВЫХ ФИЛЬТРОВ. НА ВПУ ТЭС.....	24
2.1 Технология эксплуатации ионитовых фильтров.....	24
2.2 Компоновка ВПУ производительностью 100 м ³ /ч:.....	27
ГЛАВА.3. ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ - ТАХИАТАШСКАЯ ТЭС..	29
3.1 Техническая характеристика Тахиаташской ТЭС.....	29
ГЛАВА.4 РАСЧЕТА.....	33
4.1 Выбор схемы ВПУ Тахиаташской ТЭС.....	33
4.2 Расчет основного оборудования основной схемы водоподготовительной установки.....	35
4.3 Расчет оборудования схемы водоподготовительной установки.....	39
ГЛАВА 5 Безопасность жизнедеятельности.....	50
ГЛАВА 6 ЭКОНОМИКА.....	66
ГЛАВА 7. Экология.....	69
ВЫВОДЫ.....	79
ЛИТЕРАТУРА.....	80

ВВЕДЕНИЕ

Руководитель нашего государства И.А.Каримов, в процессе проведение анализа важных отраслей экономики Узбекистана, отметил: «Республика будет полностью независимой, когда обретет энергетическую самостоятельность». Обладая крупным производственным и научно-техническим потенциалом, энергетика нашей страны оказывает свое весомое воздействие на развитие всего народно-хозяйственного комплекса.

Ускорение научно-технического прогресса во всех странах мира требует постоянного и возрастающего с каждым годом увеличения выработки и потребления энергетических ресурсов и энергии. Это, в свою очередь, вызывает увеличение потребления углеводородного сырья, запасы которого неограничены. Постоянно растущие цены на природные ресурсы и проблемы сего получением заставляют все страны принимать меры к снижению его потребления, принятию эффективных мер по энергосбережению и повсеместному использованию нетрадиционных возобновляемых источников энергии.

Стратегические цели развития электроэнергетики Узбекистана, состоят из следующих задач: углубление экономических реформ, формирование и развитие рынка электроэнергии; надежное снабжение экономики и население республики качественной электроэнергией; техническое перевооружение и модернизация энергетических предприятий, повышение эффективности их производственной деятельности; снижение негативного воздействия энергетического производства на окружающую среду.

В нашей стране на выпуск продукции затрачивается в среднем в 2—3 раз больше энергии и сырья, чем в промышленно развитых странах. Поэтому повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов и создание условий для целенаправленного перевода экономики Республики Узбекистан на энергосберегающий путь развития является актуальной задачей.

В экономике Узбекистан энергосбережение и энергосберегающие технологии являются приоритетными при внедрении их в производство. Развитию образа мышления, мировоззрения, знаний и навыков, наличие которых позволяет направить развитие человеческой цивилизации по пути сотрудничества с природой, а не ее покорения, увеличению возможностей каждого человека прожить как можно дольше и в наилучшем самочувствии, сохранению и преумножению творческих возможностей.

ГЛАВА 1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЧИСТКА ВОДЫ

1.1 ОСНОВЫ МЕТОДА КОАГУЛЯЦИИ Содержание в природных водах примесей различной степени дисперсности вызывает необходимость очистки ее в несколько стадий. На первом этапе из воды удаляются коллоидные и грубодисперсные вещества, предочистка на последующих — ионодисперсные вещества ионнообменный метод и растворенные газы. Такой системный подход к выбранной последовательности технологических приемов обработки воды связан с оптимизацией технико-экономических показателей различных стадий очистки, с возможностью автоматизации работы отдельных аппаратов и повышения надежности работы водоподготовительной установки в целом. Например, органические вещества, содержащиеся в природных водах, могут вызвать ухудшение показателей анионообменной части ВПУ («старение» анионитов, увеличение удельных расходов щелочи при регенерации), а соединения железа могут быть причиной «отравления» мембран в аппаратах, используемых в ВПУ. Неэффективная очистка добавочной воды от коллоидных и грубодисперсных веществ является одной из причин образования, отложений на поверхностях нагрева и коррозии поверхности элементов проточной части турбин, что характеризует важность первого этапа очистки воды от коллоидных и грубодисперсных примесей, называемого пред очисткой.

Предочистка осуществляется на основе методов, в результате реализации которых при дозировке специальных реагентов некоторые примеси

выделяются из воды в виде хлопьев, имеющих размеры 0,1—1 мм. Основными технологическими процессами предварительной очистки воды являются коагуляция (укрупнение) коллоидных примесей и известкование, которые обычно совмещаются одновременной одним аппаратом — осветлителем в целях улучшения суммарного технологического эффекта и снижения денежных затрат. Дополнительная очистка воды от грубодисперсных примесей производится фильтрационными методами.

Таким образом, удаление из воды исходных грубодисперсных примесей и взвесей, образовавшихся в процессах коагуляции (или коагуляции совместно с известкованием), достигается путем отстаивания в осветлителях и фильтрования, т.е. при двухступенчатом осветлении. В результате в осветлителе содержание взвеси снижается до 8—12 мг/дм, а в осветительных фильтрах удаляется тонкодисперсная взвесь, не успевшая осесть в осветлителе, до остаточных значений ниже 1 мг/дм.

Суммарная реализация процессов коагуляции и осветления приводит к увеличению прозрачности воды, ее обесцвечиванию, снижению кремний содержания и окисляемости за счет удаления примерно 50 — 70 % коллоидных веществ. Коагуляция коллоидных примесей воды

Если очистка воды от тяжелых ГДП может быть принципиально осуществлена обычным отстаиванием, время которого определяется размером и удельной массой частиц (табл. 1), то коллоидные примеси за счет их особого свойства (агрегативной устойчивости) могут быть выделены из воды только методом коагуляции.

Коагуляция — это физико-химический процесс слипания коллоидных частиц под действием сил молекулярного притяжения с образованием грубодисперсной макро фазы (флоккул) и с последующим выделением ее из воды. В практике водоподготовки под коагуляцией понимают очистку воды от коллоидных веществ с одновременной очисткой от грубодисперсных примесей и обесцвечиванием воды путем дозировки в обрабатываемую воду

специального реагента — коагулянта. Для коллоидных частиц характерны: наличие межфазной поверхности, контактирующей с водой (поверхностного слоя), и связанного с этим поверхностного натяжения высокая степень дисперсности (раздробленности), которая может выражаться отношением площади межфазной поверхности к объему тела, т.е. удельной площадью поверхности или величиной, обратной к минимальному размеру. Например, если 1 см³ вещества раздробить на частицы коллоидных размеров с гранями 1 нм (10⁻⁹ см), то число таких частиц составит 10²¹ шт, дисперсность будет равна 10²¹ см.

Время осаждения различных частиц в вертикальном
столбе воды высотой 1 м

Таблица.4

Материал	Диаметр	Время	Материал	Диаметр частицы, мм	Время
Гравий	10	1 с	Глина	0,01	2ч
Песок	1	Юс	Бактерия	0,001	8 сут
Мелкий песок	0,1	2 мин	Частица коллоидного	0,0001	2 года

Для оценки агрегативной устойчивости (стабильности) коллоидных систем и приемов дестабилизации рассмотрим следующие положения.

Поверхностная энергия G коллоидной системы, которая стремится уменьшить избыток этой энергии за счет снижения поверхностного натяжения путем избирательной адсорбции других веществ (ионов) из раствора. Этот процесс формирует структуру поверхностного слоя частицы и наделяет этот слой особыми свойствами, отличными от свойств агрегата

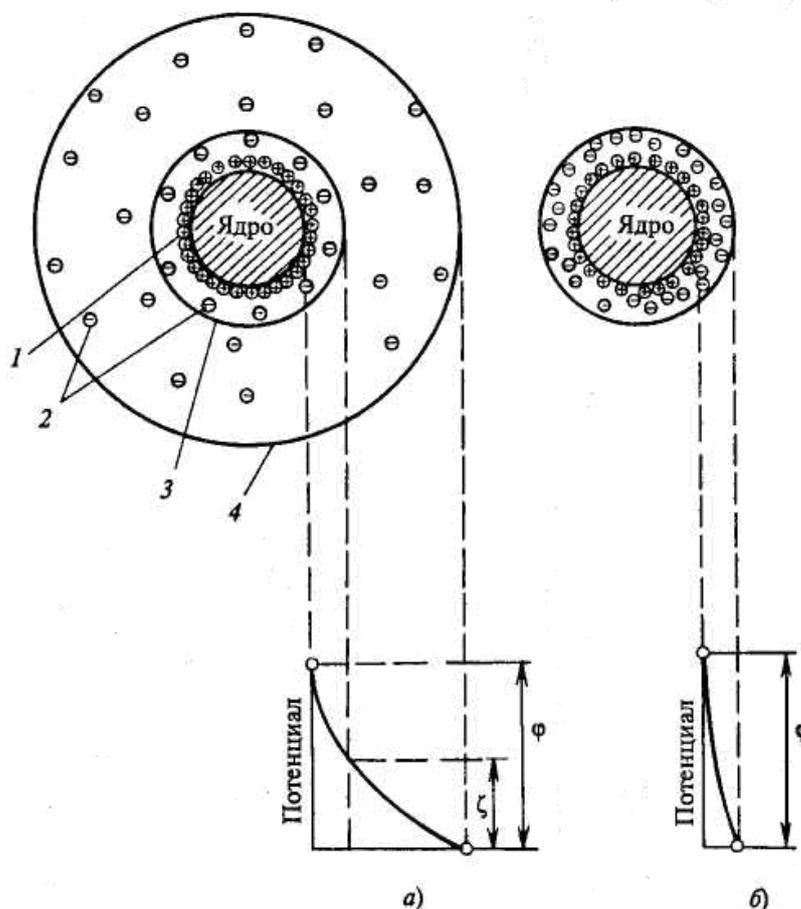
основного вещества. Каждая коллоидная частица сортирует из раствора ионы электролита одного знака, которые равномерно распределяются в поверхностном слое коллоида. Адсорбированные ионы называются потенциалобразующими, они входят в состав адсорбционного слоя. Адсорбционный слой может также формироваться, как отмечалось, при частичной диссоциации поверхностных молекул вещества коллоидной частицы. Состав такого слоя зависит от химической природы коллоидов и рН среды. Агрегат коллоидной частицы вместе с адсорбционным слоем называется гранулой.

Ввиду наличия у гранулы электрического заряда вокруг нее в растворе концентрируются ионы с зарядами противоположного знака (противоионы). Не имея прочной связи с гранулой, противоионы сохраняют способность к диффузии в окружающий раствор, образуя вокруг гранулы диффузный слой, в котором концентрация противоионов уменьшается по мере удаления от гранулы (рис. 1). Гранула вместе с диффузным слоем называется мицеллой. Как видно из рис. 1, раствор, в котором находится коллоидная система, теряет адсорбированные потенциалобразующие ионы и обогащается противоионами. Таким образом, возникает двойной электрический слой, обуславливающий разность потенциалов на межфазной поверхности. В неподвижном состоянии (условном) мицелла является электронейтральной.

Рис.1. Строение мицеллы и двойного электрического слоя:

а - ξ потенциал больше нуля; б - изоэлектрическое состояние, ξ - потенциал равен нулю;

1



1 - потенциал образующие ионы; 2 - противоионы; 3- граница скольжения; 4 - граница диффузного слоя

Толщина диффузного слоя λ м, для симметрично-валентного электролита

$$\lambda = \sqrt{\frac{ERT}{2z^2F^2C}}, \quad (1)$$

где $F = 96\,487$ Кл/моль - постоянная Фарадея; $R = 8,31$ Дж/(моль • К) - универсальная газовая постоянная; ϵ - диэлектрическая проницаемость среды; z - заряд иона; C - концентрация ионов в растворе, моль/дм³; T - температура, К.

Значение λ зависит от температуры раствора, концентрации и заряда ионов. Например, для водных растворов с температурой 20°C в присутствии одновалентных катионов и анионов в концентрациях $C = 10^{-1}$, 10^{-3} и 10^{-5}

моль/дм³ толщина диффузного слоя λ для коллоидных частиц составляет соответственно 1; 10 и 100 нм

При тепловом движении молекул воды коллоидные частицы воспринимают их воздействие и вовлекаются в молекулярно-кинетическое (броуновское) движение, при котором вместе с коллоидной частицей движется двойной электрический слой с частью противоионов диффузного слоя, содержащихся в оболочке воды. Остальные противоионы отрываются от движущейся частицы, оставаясь во внешней части - за границей скольжения. Это приводит к возникновению электрокинетического потенциала или ξ - потенциала между движущейся коллоидной частицей и раствором (см. рис.4, а). Значение ξ - потенциала зависит от числа противоионов, увлекаемых частицей; с увеличением числа противоионов потенциал уменьшается. Рост концентрации противоионов в растворе должен приводить к увеличению их концентрации в оболочке воды, окружающей частицу, и, следовательно, к снижению ξ - потенциала. В пределе повышение концентрации противоионов может привести к перезарядке частицы, т.е. к изменению знака заряда. Естественно, что существует определенная концентрация противоионов, при которой ξ - потенциал становится равным нулю (см. рис.1), рН среды при этом носит название рН изоэлектрической точки. Экспериментально значение электрокинетического потенциала определяют методом электрофореза. Для расчета ξ - потенциала, В, для коллоидных частиц, находящихся в разбавленных водных растворах (природных водах), используют соотношение, полученное преобразованием уравнения Гельмгольца:

$$\xi = 1.42 \cdot 10^6 U_{эф} \quad (2)$$

где $U_{эф}$ — электрофоретическая подвижность, м²/(с • В). Опытные значения $U_{эф}$ составляют около $5 \cdot 10^{-8}$ м²/(с • В), поэтому в соответствии с (2.) ξ - потенциал коллоидов природных вод составляет около 70 мВ.

Типичными коллоидно-дисперсными примесями природных вод

являются многоатомные органические кислоты (гуминовая и пр.), их соли и поликремневые кислоты. Коллоиды этих веществ приобретают заряд в основном за счет диссоциации поверхностных молекул, степень которой зависит от рН раствора. Так как рН природных вод обычно находится в пределах 6,8—8,0, что выше значения рН изоэлектрической точки, составляющего 3,5—4,5 для перечисленных коллоидных примесей (кислот), то они диссоциируют с приобретением гранулой отрицательного знака ξ -потенциала. Таким образом, основная масса коллоидных частиц в природных водах несет одинаковый отрицательный заряд и между ними действуют электростатические силы отталкивания (кулоновское взаимодействие), препятствующие их сближению. Устойчивости коллоидных систем способствует также удержание молекул воды ионами, входящими в состав двойного электрического слоя, с образованием гидратного слоя, препятствующего столкновению частиц друг с другом. Одновременно с кулоновскими силами на коллоидные частицы действуют силы молекулярного притяжения (Ван-дер-Ваальсовы силы), поэтому агрегативная устойчивость коллоидных систем определяется соотношением между силами притяжения и отталкивания частиц.

Отметим, что сила притяжения молекул $F_{пр}$ обратно пропорциональна квадрату расстояния между частицами. Приведенная зависимость упрощается при сближении частиц до очень малого расстояния:

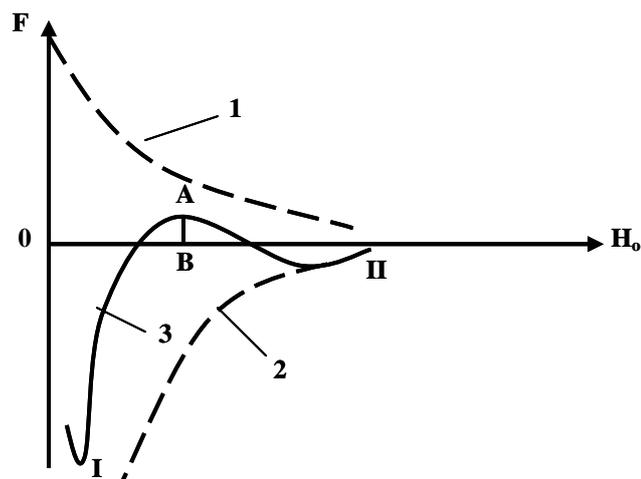


Рис. 2. Потенциальные кривые взаимодействия коллоидных частиц:

1-кривая сил отталкивания; 2- кривая сил притяжения; 3- результирующая сила.

Отметим, что сила отталкивания $F_{от}$ уменьшается с увеличением расстояния по экспоненциальному закону. Характер изменения сил отталкивания (кривая 1) и сил притяжения (кривая 2) показан на рис.2. Результирующая кривая (кривая 3) получена путем геометрического сложения соответствующих ординат. При минимальных и больших расстояниях, когда экспонента убывает значительно быстрее, чем степенная функция, между частицами преобладает энергия притяжения. В энергетическом минимуме // энергия сцепления частиц недостаточна для удержания их в форме агрегатов. На средних расстояниях, соответствующих толщине двойного электрического слоя, преобладает энергия отталкивания с потенциальным барьером препятствующим слипанию частиц. Практика показывает, что при $\xi = 70$ мВ коллоидные системы характеризуются высоким потенциальным барьером и большой агрегативной устойчивостью. Для дестабилизации коллоидной системы, т.е. осуществления процесса коагуляции, необходимо снизить ξ -потенциал до значений 0 - 3 мВ.

В практике водоподготовки на электростанциях и в коммунальном водоснабжении используют один из вариантов коагуляции, связанный с

вводом в природную воду реагентов, называемых коагулянтами и образующих новую дисперсную систему со знаком заряда частиц, противоположным знаку заряда коллоидов природных вод (обычно заряженных отрицательно). При этом происходит взаимная коагуляция разноименно заряженных коллоидов при их взаимодействии с дестабилизированными участками поверхности, называемая гетерокоагуляцией. В дальнейшем микрохлопья сцепляются, захватывая грубодисперсные примеси и воду, и образуют коагуляционную структуру в виде хлопьев (флокул) размером 0,5 - 3 мм (рис.3). Макрофаза затем выделяется из воды в аппаратах для коагуляции — осветлителях и далее в пористой загрузке осветлительных фильтров. В качестве коагулянтов применяют сульфат алюминия $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ или сульфат двухвалентного железа $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, причем последний реагент используют при совмещении процессов коагуляции и известкования в осветлителях.

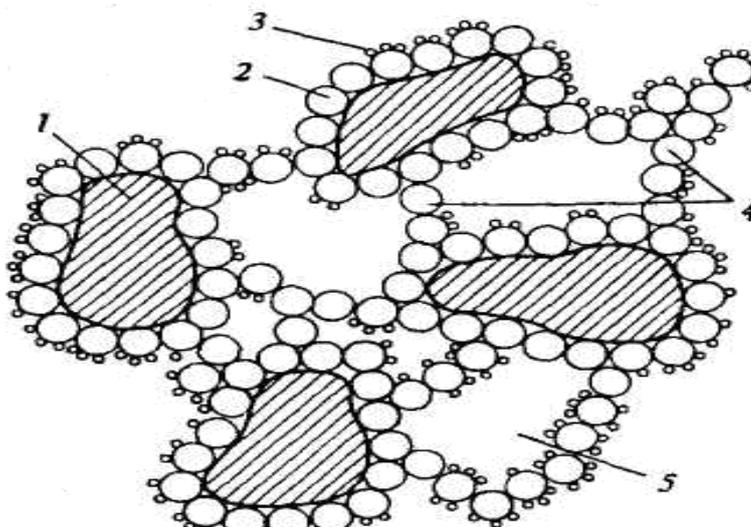
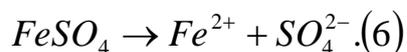


Рис. 3. Схема образования коагуляционных хлопьев:

- 1- частицы ГДП; 2- частицы гидроксида; 3- органические вещества; 4- «клеевые» мостики; 5- полсти, заполненные водой.

Эти соли в воде диссоциируют:



Катионы слабых оснований Al^{3+} и Fe^{2+} легко подвергаются ступенчатому гидролизу с образованием труднорастворимых гидроксидов:



В щелочной среде ($pH > 9,0$), создаваемой при известковании, и при наличии растворенного в воде кислорода гидроксихлорид железа (II) окисляется в менее растворимый гидроксид желез(III):



Приведенные реакции гидролиза могут протекать до конца лишь при условии отвода ионов H^+ из сферы реакции. В природной воде связывание ионов H^+ происходит согласно реакции:



При щелочности обрабатываемой воды более 1,2-1,5 мг-экв/дм³ не возникает затруднений в отводе образующихся ионов H^+ , так как дозировка коагулянта (0,3-0,8 мг-экв/дм³) обычно меньше значения $\Pi_{исх}$. Остаточная щелочность в этом случае уменьшается на значение, равное дозировке коагулянта. При недостаточном значении гидрокарбонатной (бикарбонатной) щелочности концентрация ионов H^+ может регулироваться введением в воду

NaOH.

Процесс коагуляции требует для своего завершения определенного промежутка времени (4—5 мин). Хлопья, вначале невидимые, постепенно соединяются в крупные комплексы, вызывая помутнение воды. Затем образуются, как отмечалось, более крупные рыхлые хлопья, захватывающие грубодисперсные примеси и воду. Режим потока воды влияет на формирование хлопьев. Он может даже разрушать сформировавшиеся хлопья, поэтому скорость воды в зоне формирования и отстаивания хлопьев должна быть не более 1,5 мм/с.

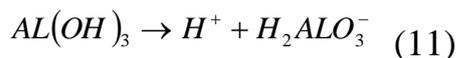
1.2 ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОЦЕСС КОАГУЛЯЦИИ.

1. Температурный режим. Подогрев коагулируемой воды до температуры 30-40°C и перемешивание ее вызывают более частые и сильные столкновения коагулирующих частиц, приводящие к их слипанию.

2. Дозировка коагулянта. Она определяется составом и количеством коллоидных примесей и солесодержанием обрабатываемой воды. Оптимальная дозировка коагулянта устанавливается опытным путем для конкретного источника водоснабжения и определенного времени года. Обычно дозировки коагулянта находятся в пределах 0,3—0,8 мг-экв/дм³, увеличиваясь в паводковый период до 1,0-1,2 мг-экв/дм³

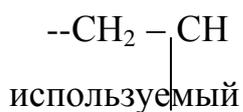
3. Значение pH среды. Значение pH оказывает влияние на скорость и полноту гидролиза коагулянта, а также на состояние удаляемых из воды примесей. При коагуляции сернокислым алюминием оптимальное значение pH, устанавливаемое также экспериментально, находится в пределах 5,5—7,5. При pH<4,5 гидролиз сернокислого алюминия практически не происходит, гидроксид алюминия не образуется, а введенный в воду коагулянт остается в растворе в виде ионов Al³⁺ и SO₄²⁻. В щелочной среде гидроксид алюминия раство-

рывается, диссоциируя как кислота:



При использовании $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ значение pH определяется условиями процесса известкования.

Процесс флокуляции. Процесс коагуляции в ряде случаев может быть ускорен применением специальных веществ — флокулянтов.



К флокулянтам относится широко

реагент — полиакриламид (ПАА)

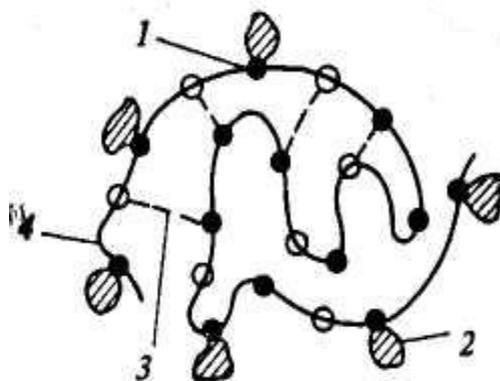


Рис.4. Связывание коагуляционных микрочастиц флокулянтом:
1- адсорбирующая группа; 2- микрочастица; 3-внутримолекулярная связь; 4- молекула флокулянта.

Сущность процесса флокуляции состоит в том, что ионогенные группы высокомолекулярного ПАА адсорбируют различные микрочастицы, образующиеся при коагуляции (рис.4). В результате образуются крупные

структурированные хлопья, легко выделяющиеся из воды. Доза ПАА обычно составляет 0,5—2,0 мг/дм³. Следует подчеркнуть, что флокуляция не заменяет процесс коагуляции, а лишь позволяет снизить расход коагулянта. На электростанциях ПАА применяют в периоды ухудшенного хлопьеобразования, а также при необходимости повышения нагрузки осветлителей.

Электрохимический способ

Технологические показатели качества воды после коагуляции сульфатом алюминия изменяются следующим образом:

1. Общая жесткость и ее виды, мг-экв/дм³ определяются как

$$Ж_{к}^{коаг} = Ж_{к}^{исх} - Д_{к},$$

$$Ж_{нк}^{коаг} = Ж_{нк}^{исх} + Д_{к}$$

$$Ж_{0}^{коаг} = Ж_{0}^{исх}$$

где D_k – доза коагулянта, мг-экв/дм³

2. Щелочность остаточная $Щ_{ост}^{коаг} = Щ_{0} - Д_{к}$. Если $Щ_{0}$ меньше D_k , то необходимо производить подщелачивание воды перед коагуляцией добавлением $NaOH$ в количестве, составляющем

$$\Delta Щ = D_k - Щ_{0}^{исх} + Щ_{ост}^{коаг}, \text{ принимая значение}$$

3. Концентрация SO_4 , мг/дм³,

$$C_{SO_4^{2-}}^{коаг} = C_{SO_4^{2-}}^{исх} + 48,03 D_k$$

Концентрация хлор-иона остается равной исходной.

4. Кремнийсодержание уменьшается и становится равным

$$(0,4—0,5) C_{SiO_2}^{исх}$$

6. Окисляемость снижается на 50—60 % исходной.

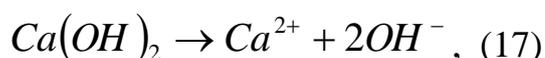
7. Содержание ГДП после коагуляции в осветлителе обычно не превышает 10 мг/дм³, а после осветительных фильтров — 1 мг/дм³. Неполное снижение окисляемости и кремнийсодержания при коагуляции объясняется присутствием в обрабатываемой воде не только коллоидных, но и ионных форм органических веществ и кремнийсодержащих соединений.[13]

1.3 ОСНОВЫ ОБРАБОТКИ ВОДЫ РЕАГЕНТАМИ-ОСАДИТЕЛЯМИ.

Известкование. Известкование реализуется при обработке исходной воды суспензией гашеной извести $Ca(OH)_2$, называемой известковым молоком. Основное назначение известкования — снижение щелочности обрабатываемой воды; при этом происходит частичное снижение $J_{\text{о}}$, солесодержания, кремний содержания, концентрации соединений железа и одновременно из воды удаляются ГДП. Процесс известкования основан на том, что при вводе гашеной извести $Ca(OH)_2$ (основания), получаемой на ВПУ при взаимодействии CaO и H_2O , достигается повышение pH обрабатываемой воды до значений 9,5-10,3, при котором ионы HCO_3^- и равновесная углекислота CO_2 трансформируются в карбонат-ионы. С учетом присутствия в обрабатываемой воде Ca и образовавшихся CO_3 произведение их активностей (концентраций) становится больше произведения растворимости $CaCO_3$ ПР $CaCO_3$, поэтому из воды выделяется труднорастворимый карбонат кальция $CaCO_3$.

В общем упрощенном виде процесс известкования состоит из не скольких стадий:

1) диссоциации гидроксида кальция



приводящей к повышению pH;

2) гидратации свободной углекислоты с последующей диссоциацией по схеме



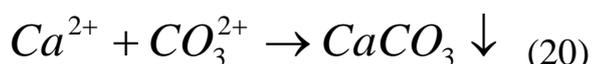
3) диссоциации гидрокарбонатных ионов (бикарбонатов), присутствующих в воде и определяющих ее щелочность,



причем в эквивалентных единицах концентрация образовавшихся ионов

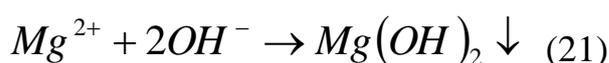
CO_3 будет в 2 раза больше концентрации разрушаемых ионов HCO_3 ;

4) выделения в твердую фазу ионов Ca^{2+} содержащихся в исходной воде и введенных с известью) и CO_3^{2-}

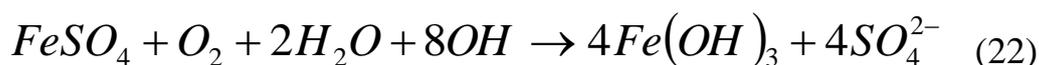


при достижении произведения растворимости;

5) при превышении дозы извести над ее количеством, необходимым для образования карбонатов в воде, появляется избыток ионов OH^- и может быть превышено произведение растворимости $Mg(OH)_2$ с переводом Mg^{2+} в твердую фазу:



При совмещении процессов известкования и коагуляции качестве коагулянта используют обычно сульфат двухвалентного железа $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ в дозировке D_k . Образование гидроксида железа при известковании происходит по суммарной реакции



Это вызывает дополнительное расходование извести как источника гидроксильных ионов, что должно быть учтено при расчете дозы извести. Оборудование для коагуляции (осветлители) целесообразно, совмещать с

установками для известкования поверхностных вод.

1.4 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЕ ПРЕДОЧИСТКИ

Конструкции осветлителей. Осветлитель является аппаратом, в котором одновременно протекают химические реакции, связанные с вводом реагентов, а также физические процессы формирования образовавшихся осадков (шлама) в объеме воды осветлителя и фильтрования обрабатываемой воды через их слой. Контактная среда в осветлителе, называемая шламовым фильтром, формируется из ранее образовавшихся и вновь образующихся частиц шлама, находящихся во взвешенном состоянии за счет действия восходящего потока воды. Прошедшая через шламовый фильтр вода освобождается от грубодисперсных частиц, содержащихся в исходной воде и сформировавшихся в результате химических реакций в осветлителе. Поэтому их остаточная концентрация обычно находится в пределах 5-10 мг/дм³, если не нарушены химический и гидравлический режимы в осветлителе. При конструировании осветлителя учитывается, что гидравлические процессы в нем включают в себя следующее:

1. поддержание во взвешенном состоянии твердых частиц, образующих контактную среду, восходящим потоком воды;
2. удаление избытка этих частиц из зоны контактной среды;
3. режимы движения воды в контактной среде, а также на входе в осветлитель и на выходе из него.

Осветлители используются для реализации химических и гидродинамических режимов в процессах осаждения при обработке воды коагулянтами, гашеной известью, содой, магнезитом. Схема коагуляционной установки с осветлителем приведена на рис.8

В осветлителе происходит смешение воды и реагентов, образование шлама и отделение его от воды, т.е. осветление. Из осветлителя вода поступает в бак коагулированной воды (БКВ), а выделенный осадок — в бак шламовых

вод, откуда перекачивается на шламоотвал или на установку обезвоживания шлама. Из БКВ насосы подают воду на осветительные (механические) фильтры, где она окончательно освобождается от тех небольших количеств взвешенных веществ ($5\text{--}10\text{ мг/дм}^3$), которые поступили из осветлителя в коагулированную воду. Из механических фильтров задержанная взвесь удаляется при очередной промывке обратным потоком воды. Промывочные воды собираются в специальный бак и равномерно в течение суток перекачиваются насосом в осветлитель.

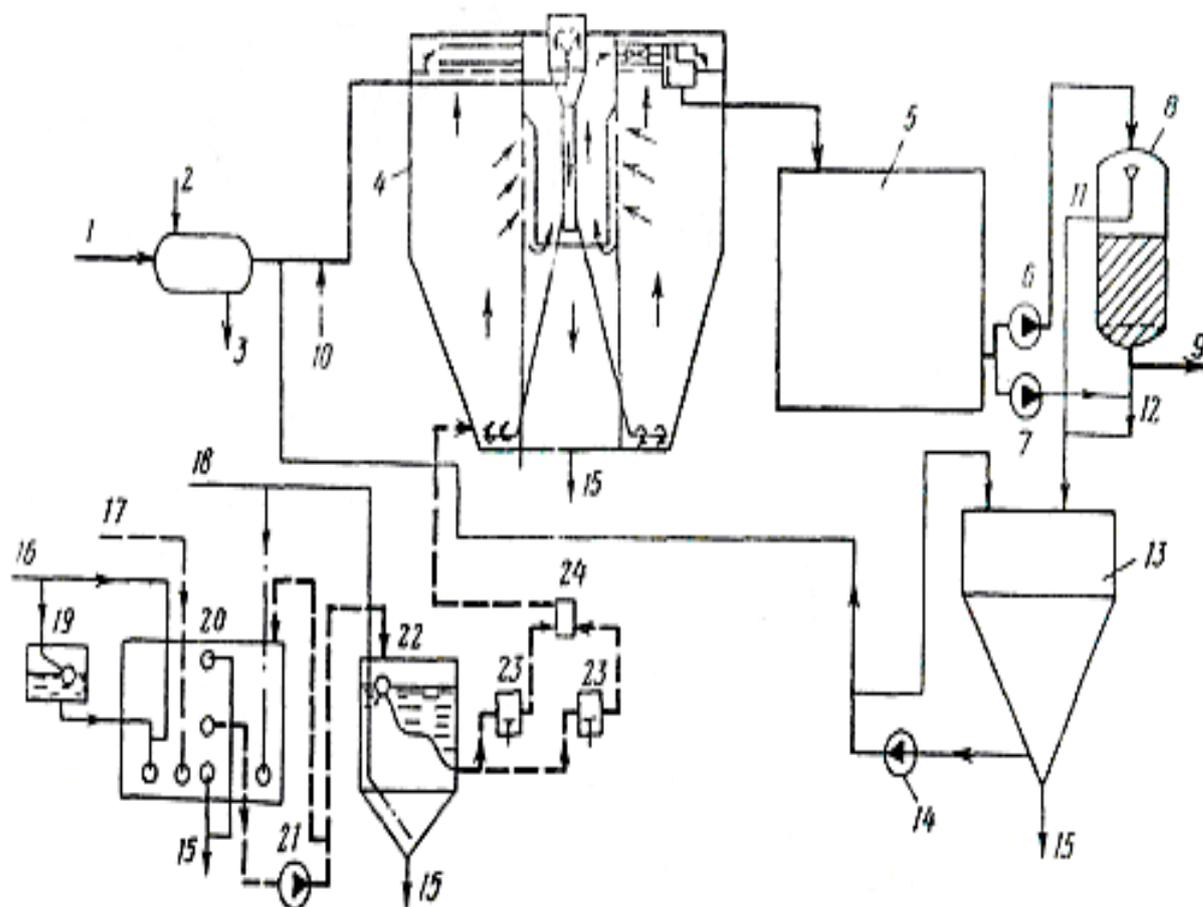


Рис.5. Схема коагуляционной установки:

1 — исходная вода; 2 — греющий пар; 3 — конденсат; 4 — осветлитель; 5 — бак коагулированной воды; 6 — насос для коагулированной воды; 7 — насос для взрыхляющей промывки осветлительных фильтров; 8 — осветлительный фильтр; 9 — осветленная вода; 10 — ввод реагента (щелочи) для создания требуемого значения рН; 11 — сброс взрыхляющей воды; 12 — сброс

первого фильтрата; 13 — бак сбора вод взрыхления; 14 — насос перекачки вод взрыхления в осветлитель; 15 — продувка (дренаж); 16 — бачок постоянного уровня; 17—19 — техническая вода; 20 — ячейка мокрого хранения коагулянта; 21 — насос для раствора коагулянта; 22 — расходный бак (мерник) коагулянта; 23 — насосы-дозаторы коагулянта; 24 — воздушный колпак

Такое мероприятие помимо экономии воды, тепла и реагентов позволяет при маломутных исходных водах интенсифицировать хлопьеобразование вследствие благоприятного влияния взвеси, содержащейся в возвратных промывочных водах.

В настоящее время на различных водоподготовительных установках используются осветлители двух типов: разработанные ЦНИИ МПС (для реализации процессов коагуляции) и разработанные ВТИ (в них осуществляется известкование или известкование с коагуляцией).

Конструкции осветлителей этих двух типов не имеют принципиальных различий, но скорости движения воды в различных зонах осветлителей выбраны разными. Это связано с характеристиками образующегося в осветлителях шлама: при коагуляции он более легкий, поэтому скорости подъемного движения воды должны быть более низкими, чем при известковании, так как скорость восходящего движения воды в осветлителе не должна превышать скорость осаждения частиц во избежание уноса их потоком воды из осветлителя. Осветлители для известкования конструкции ВТИ могут быть использованы для проведения в них коагуляции сульфатом алюминия, но с учетом вышеизложенного расчетная производительность таких осветлителей уменьшается до 0,7 номинальной при известковании. Схема осветлителя для коагуляции приведена на рис. 6

Схема работы осветлителей следующая. Исходная вода 1, подогретая до заданной температуры, подается в воздухоохладительные воронки 2 воздухоотделителя 3, в котором освобождается от пузырьков воздуха. Из воздухоохладителя по опускной трубе через тангенциально направленный

ввод с регулирующим устройством 9 исходная вода поступает в нижнюю

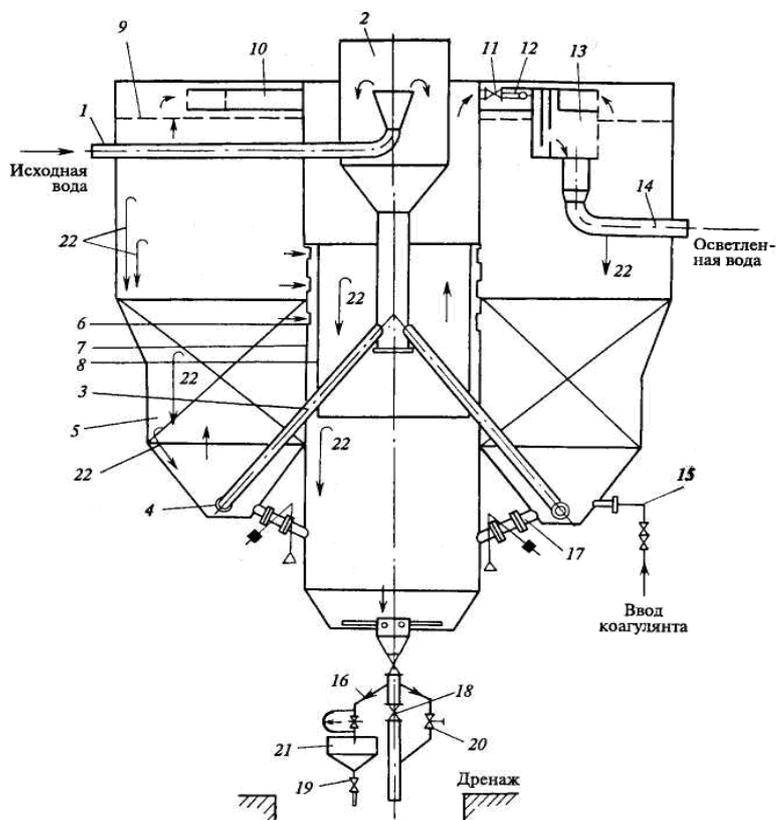


Рис. 6. Схема осветлителя для коагуляции типа ЦНИИ-2:

1 — вход воды; 2 — воздухоотделитель; 3 — распределительная труба; 4 — сопло; 5 — вертикальная перфорированная перегородка; 6 — шлакоприемное окно; 7 — шлакоуловитель; 8 — «стакан»; 9 — верхняя распределительная решетка; 10 — сборный кольцевой желоб; // — задвижка отсечки; 12 — трубопровод отсечки; 13 — распределительное устройство с успокоительной перегородкой; 14 — выход обработанной воды; 15 — ввод коагулянта; 16 — линия непрерывной продувки; 17 — линия периодической продувки; 18 — задвижка на линии опорожнения осветлителя; 19 — дренажная задвижка; 20 — кран с сервоприводом; 21 — воронка; 22 — пробоотборные точки

. При использовании промывочной воды в осветительных фильтрах она направляется в смеситель по трубопроводу 4. Известковое молоко 6, раствор коагулянт 7 и ПАА 8 поступают в смеситель по радиально направленным трубопроводам, расположенным на различных уровнях. Предусмотрен ввод коагулянта 7а в трубопровод исходной воды. Комплекс химических реакций завершается в зоне смешения, при выходе из которой начинается выделение продуктов взаимодействия в форме хлопьев, увеличивающихся в объеме и задерживающихся при восходящем движении воды. Приданное воде тангенциальным вводом вращательное движение гасится вертикальными 10 и горизонтальной 11 перегородками, имеющими отверстия диаметром 100—150 мм.

Верхняя граница 12а взвешенного шлама, образующего в осветлителе контактную среду 12, находится на уровне шламоприемных окон 13 шламоуплотнителя 75. Избыток шлама непрерывно выводится с помощью шламоудаляющего устройства 14, для чего часть общего расхода воды отводится из контактной зоны в шламоуплотнитель («отсечка»).

После взвешенного шламового слоя вода проходит через зону осветления 16, верхнюю распределительную решетку 17 и сливается через отверстия в желоб 18. Далее она направляется в распределительное устройство 19, смешивается с осветленной водой, поступающей из шламоуплотнителя, и по трубопроводу 20 отводится в бак известкованной воды.

Шлам, поступивший с отсечкой, оседает в нижней части шламоуплотнителя и по трубопроводам 23 (непрерывная продувка) и 24 (периодическая продувка) удаляется из него через измерительную шайбу 25. Для опорожнения и заполнения шламоуплотнителя предусмотрен трубопровод 29. Осветленная в шламоуплотнителе вода собирается перфорированным коллектором 21 и отводится по трубопроводу 22 в распределительное устройство 19.

На отводящей трубе имеется дроссельная заслонка 28, обычно управляемая дистанционно, которая регулирует расход воды, поступающей

через шламоуплотнитель. На этом же трубопроводе установлена задвижка 31, которая открыта при работе осветлителя и закрыта при промывке коллектора шламоуплотнителя водой, подаваемой по трубопроводу 30. По этому же трубопроводу подается вода для обмывки желоба 18 и решетки 17.

Для сбора крупного оседающего шлама и песка, поступающего с исходной водой, служит грязевик 26, из которого грубые частицы периодически удаляются по трубопроводу 27, он же используется для опорожнения осветлителя.

Основные параметры, характеризующие работу осветлителя в конкретных условиях (производительность, характеристики шлама, значение непрерывной продувки и частота периодических продувок шламоуплотнителя и грязевика, качество обработанной воды) уточняются при наладке осветлителей.

Суммарная производительность осветлителей, баков и насосов осветленной воды должна выбираться с запасом 10% расчетной производительности ВПУ. Работа осветлителей для известкования конструкции ВТИ в дополнение к требованию стабилизации температуры обрабатываемой воды в пределах $\pm 1^{\circ}\text{C}$ предусматривает выполнение следующих условий:

ограничение содержания взвешенных веществ в исходной воде в паводок до 800 мг/дм^3 , в остальное время года до 200 мг/дм^3 при общем количестве образующегося осадка до 1500 мг/дм^3 ;

ГЛАВА.2. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ИОНИТОВЫХ ФИЛЬТРОВ.

НА ВПУ ТЭС.

2.1 Технология эксплуатации ионитовых фильтров.

После предворительной очистки исходной воды эксплуатируют ионитовые фильтры.

Эксплуатация заключается в проведение следующих операций, составляющих полный рабочий цикл фильтра:

- 1) взрыхление;
- 2) регенерация (пропуск регенерационного раствора);;
- 3) отмывка;
- 4) рабочий фильтроцикл.

Операция «взрыхление» необходима для удаления накопившихся при обработке воды в слое ионита взвешенных веществ и образовавшейся за счет разрушения ионитов ионитной мелочи, наличие которых приводит к увеличению перепада давления в слое ионита. Кроме того, взрыхление, проводящееся восходящим потоком воды, разуплотняет слой, облегчая доступ к зернам ионита регенерационного раствора. При взрыхлении слой ионита должен расширяться на 30-40%, но его рабочая фракция не должна выноситься из фильтра. Обычно взрыхление проводят отмывочной водой предыдущей регенерации в течение 20 мин с интенсивностью $2,5 - 3,0 \text{ дм}^3 / (\text{с} \cdot \text{м}^2)$ по сечению фильтра.

Регенерацию каждого фильтра проводят раствором с определенной концентрацией соответствующего реагента. Скорость пропуска регенерационного раствора зависит от технологического предназначения фильтра. Так, при регенерации Na-катионитного фильтра регенерационный раствор NaCl с концентрацией с 7—8 % пропускают со скоростью 4—6 м/ч, такую же скорость поддерживают при пропуске раствора NaOH с концентрацией около 4 % через анионитные фильтры.

При регенерации H-катионитных фильтров раствор H_2SO_4 с

концентрацией 1,0—1,5 % подается со скоростью не менее 10 м/ч во избежание «загипсовывания» катионита. Для увеличения рабочей обменной емкости Н-катионитных фильтров применяют ступенчатую регенерацию, при которой первой порцией регенерационного раствора является 1—1,5 %-ный раствор H_2SO_4 (около 50 % требуемого расхода технической кислоты H_2SO_4), а в последующих концентрацию ступенчато повышают до 5—6 %-ного раствора. Для экономии реагентов обычно последние порции регенерационных растворов отводятся в бак для повторного использования при последующей регенерации — «развитая» регенерация. В схемах полного обессоливания регенерационный раствор NaOH вначале пропускают через сильноосновный, а затем через слабоосновный аниониты, что позволяет создать требуемый избыток щелочи для A_2 -фильтров и значительно сэкономить реагент. Растворы реагентов приготавливают обычно на собственном фильтрате для каждой группы фильтров. В зависимости от расхода реагента и его концентрации в растворе длительность его подачи составляет 15—30 мин.

После прекращения подачи регенерационного раствора начинают отмывку слоя ионита от продуктов регенерации и остатков этого раствора. Отмывка проводится обычно в два этапа: 1) по линии регенерации при отключении от нее крепкого реагента с одновременной ее промывкой; 2) исходной для данного фильтра водой. Последние порции отмывочной воды собирают в бак для последующего использования при проведении взрыхления или приготовления регенерационного раствора, экономя тем самым воду собственных нужд. Отмывка Na-катионитных фильтров прекращается при достижении заданного значения жесткости. Н-катионитных фильтров первой ступени — при достижении кислотности, превышающей среднюю за рабочий цикл на 0,1 мг-экв/дм³.

Для выполнения условий эксплуатации ионитный фильтр оснащают дренажно-распределительными устройствами, трубопроводами и арматурой (рис.).

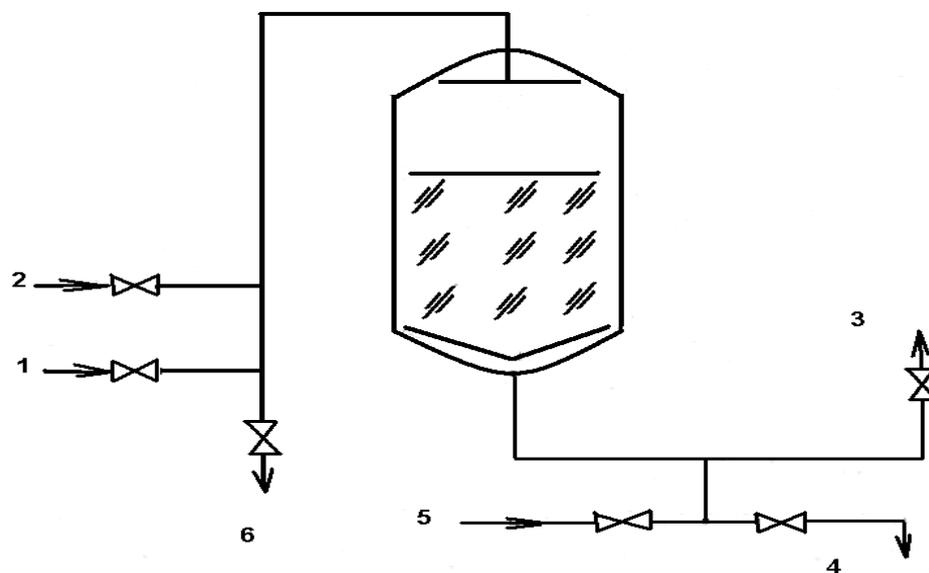


Рис.7 Принципиальная схема работы ионитного фильтра:

1 — исходная и отмывочная вода; *2* — регенерационный раствор; *3* — очищенная вода; *4* — отвод отработавшего регенерационного раствора и отмывочной воды; *5* — взрыхляющая вода; *6* — отвод взрыхляющей воды

2.2 Компоновка ВПУ производительностью 100 м³ /ч:

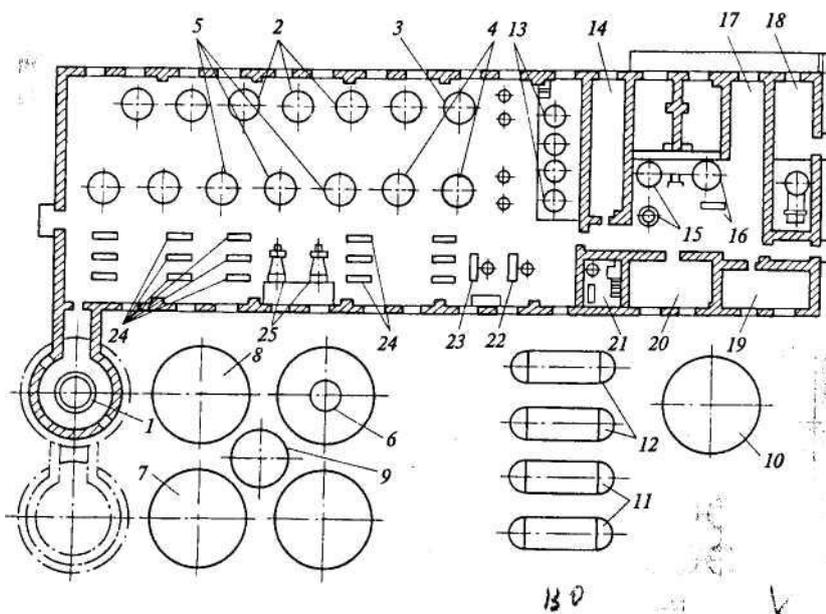


Рис 8. Компоновка ВПУ производительностью 100 м³ /ч:

1 — осветлитель; 2 — механические фильтры; 3—5 — ионитные фильтры; 6 — декарбонизатор; 7—10 — промежуточные баки обессоливающей установки; 11, 12 — баки для хранения кислоты и щелочи; 13 — мерные баки; 14 — служебное помещение; 15, 16 — мешалки извести и коагулянта с циркуляционными насосами; 17 — склад фильтрующего материала; 18 — склад извести со вспомогательным оборудованием; 19 — бытовка; 20 — ремонтный пункт; 21 — аммиачный узел; 22 — воздуходувка; 23 — вакуум-насос; 24 — насосы обессоливающей установки; 25 — вентиляторы с калорифером

Отмывка анионитных фильтров первой степени завершается при получении заданной щелочности фильтрата и содержания в нем хлоридов не более 1—2 мг/дм³, а фильтров второй степени — при получении

соле содержания отмывочной воды менее 2—3 мг/дм³ или кремнийсодержания менее 0,02 мг/дм³

Более точные значения технологических параметров процессов взрыхления, регенерации и отмывки определяются при наладке оборудования ВПУ, затем они вносятся в режимную карту, по которой ведется эксплуатация оборудования.

После окончания отмывки ионитные фильтры могут включаться в работу или останавливаться в резерв. При работе в схемах обессоливания скорости фильтрования в Н₂-фильтрах и фильтрах типа ФИСДВр поддерживаются в пределах 35—40 м/ч, а в А₁-фильтрах с загрузкой анионитом АН-31 — в пределах 16—17 м/ч, во всех остальных фильтрах — в пределах 18—20 м/ч. Окончание рабочего цикла фильтров определяется по ухудшению качества фильтрата до заданного предела. Отключение Н₁-фильтров производится при снижении кислотности фильтрата не более чем на 0,2—0,3 мг-экв/дм³ по сравнению с кислотностью в течение первых часов его работы. Обычно Н₂-фильтры отключаются при пропуске определенного количества воды. Анионитные фильтры первой ступени отключаются при снижении щелочности фильтрата до 0,02 мг-экв/дм³, а второй ступени — при проскоке кремнекислоты выше заданного значения.

ГЛАВА.3. ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ - ТАХИАТАШСКАЯ ТЭС

3.1 Техническая характеристика Тахиаташской ТЭС

ОАО Тахиаташская ТЭС занимает центральную часть республики Каракалпакистан и расположена на крайнем северо-западе Узбекистана, на стыке крупнейших пустынь - Каракума и Кызылкума.

Только в пятидесятых годах на территории Каракалпакии насчитывалось около 30 небольших электростанций, вырабатывающие ежегодно не более 12 млн.квт/ч электроэнергии, но для быстрого развития экономики и культуры республики Каракалпакистан это было недостаточно, ощущали недостаток в электроэнергии и соседние братские области: Хорезмская область Узбекистана и Ташаузская область Туркмении. Требовалось строительство крупной электростанции. И вот в 1956 году на пустынном берегу Амударьи начали возводить ТЭС и поселок Тахиаташ.

10-сентября 1961 года был пущен первый агрегат, способный вырабатывать 8,5 млн.квт/ч электроэнергии. Ныне такое количество энергии станции вырабатывает ежедневно.

И в 1961 году завершено сооружение первой очереди ТЭС с установленной мощностью 28 МВт, вторая очередь мощностью 24 МВт 1964 году. Третья очередь мощностью 200 МВт - в 1969 году. Четвертая очередь мощностью 110 МВт - в 1974 году, пятая очередь мощностью 210 МВт -1987 году, шестая очередь мощностью 210 МВт - 1990 году.

На сегодняшний день вся Республика окольцована электрической сетью, электрический ток поступает в самые отдаленные уголки.

Выдачи электрической мощности ТЭС осуществляется на напряжении: 35 кВ, 110 кВ, 220 кВ. Основным топливом является природный газ Бухарского месторождения, резервным топливом мазут марки М-40 Бухарского НПЗ.

ОАО Тахиаташская ТЭС - конденсационная станция мощностью 730 МВт с незначительным отпуском тепла потребителям, работает в пиковом

режиме. В остов ее входит теплоэнергетическое оборудование с начальными параметрами 90 кгс/см^2 и $535 \text{ }^\circ\text{C}$, имеющее поперечные связи по пару и питательной воды (III и IV очереди), а также блочное оборудование на начальные параметры 130 кгс/см^2 и $540 \text{ }^\circ\text{C}$ (V и VI очереди).

В состав III и IV очереди, имеющих поперечные связи входит следующее основное и вспомогательное оборудование:

-котлоагрегаты типа ТГМ-151 и ТГМ-151-Б Таганрогского котельного завода, барабанные, с естественной циркуляцией, -паропроизводительностью 220 т/ч параметрами пара 110 кгс/см^2 $540 \text{ }^\circ\text{C}$. Котлоагрегаты рассчитаны на сжигание газа и мазута. Горелки расположены в 3 яруса по 4 в ряду у котлов ТГМ-151 и в ярусе по 2 в ряду у котлов ТГМ-151-Б. На котлоагрегатах по два регенеративных воздухоподогревателя типа РВП-41М, два дутьевых вентилятора типа ВДН-2 ОПУ, два дымососа типа Д-18х2.

-турбины паровые типа К-100-90 Ленинградского металлического завода мощностью 100 МВт, конденсационные одновальные, состоящие из цилиндров высокого и низкого давления и рассчитанные на начальные параметры 90 кгс/см^2 , $535 \text{ }^\circ\text{C}$. При давлении в конденсаторе $0,035 \text{ кгс/см}^2$ расход пара на турбину 365 т/ч. Турбина имеет два конденсатора типа 100-КСЦ-4.

Принципиальная схема блока 100 МВт дано а рис 9

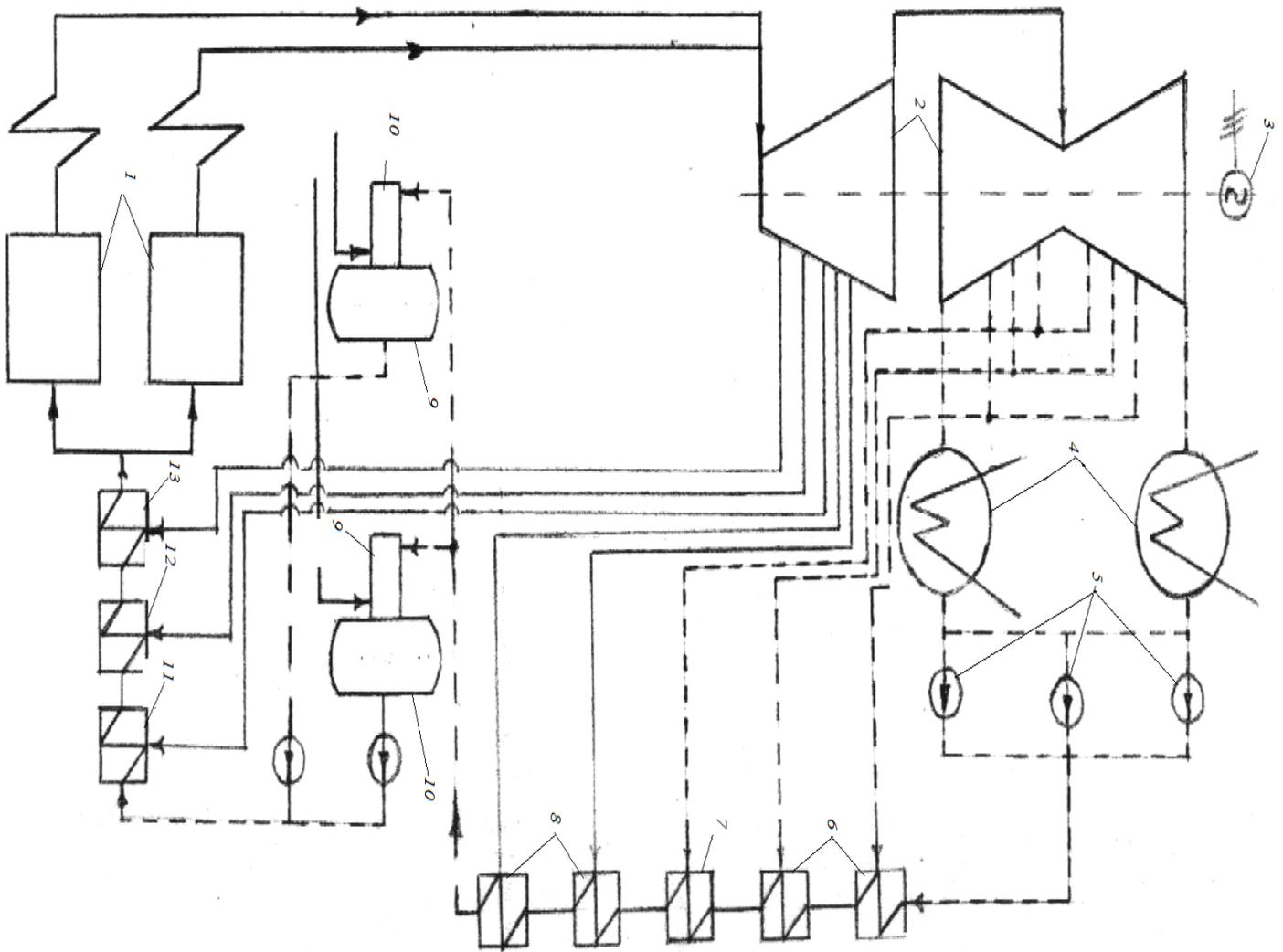


Рис. 9. Принципиальная схема блока 100 МВт.

1. Котел паровой; 2. Турбина паровая К – 100-90; 3. Турбогенератор; 4. Конденсатор;
 5. Конденсатный насос; 6. Подогреватель НД 7. Подогреватель НД
 8. Подогреватель НД 9. Деаэрационный бак. 10. Деаэрационная колонка;
 11. Подогреватель ВД 12. Подогреватель ВД 13. Подогреватель ВД .

3.2 Водоподготовительная установка – ХВО-1

Схема ХВО-1 включает в себя: два осветителя типа ЦНИИ, пять механических фильтров, 12 Na-акатионовых фильтров I ступени, 7Na-

катионовых фильтров II ступени 2 Na- катионовых фильтра III ступени.

Пройдя все ступени обработки, вода поступает в баки хим. очищенной воды (3 бака по 40 м³, 1 бак ЮОм³), а оттуда насосами ХОВО №1,2,3 подается на ДЕ-1,2 ата.

Реагентное хозяйство ХВО-1 состоит из склада мокрого хранения соли, бака насыщенного раствора, 2 рабочих ячеек, фильтра раствора соли и 4-х насосов. Концентрированный раствор соли подается в БРС с ХВО-3. Рабочий раствор готовится в 2-х ячейках соли ХИО-3 производительностью 270 т/ч включает в себя следующую технологическую схему: известкование, коагуляция в осветителях, механическая очистка декорбанизация и последующее двухступенчатое натрий-катионирование

Реагентное хозяйство состоит из 4-х рабочих ям соли и баков раствора соли, узла приготовления известкового молока, узла приготовления коагулянта.

Схема подпитки теплосети производительностью 100 т/ч питается от пожарной линии. В случае снижения давления в пожарной линии или прекращения подачи предусмотрено подача умягченной воды после фильтров I ступени схемы подпитки испарителей №1,2,3

Комплексная очистка производственных стоков состоит из схемы очистки замасленных и замазученных стоков производительностью 50 т/ч и схемы нейтрализации вод после обмывок РВП и кислотных промывок ЛА-1-6,7,8.

В ПЛК-1Д1 поступают стоки от ХВО, мазутохозяйства, открытого склада масел. Сброс с этой очереди осуществляется в коллектор пограничный.

В ПЛК III-IV поступают стоки из котлотурбинного отделения продувочные воды ИУ, охлаждающая вода маслоохладителей, а также от охлаждения подшипников и уплотнения сальников вращающихся механизмов.

Стоки ПЛК-III-IV очередей направляются на установки очистки замасленных и замазученных стоков и после очистки до 0,3-0,5 мг/кг повторно используются на ХВО.

Кислые стоки от химпромывок котлов (до 800м³) направляются на установку нейтрализации кислых стоков, после чего сбрасываются в шламоотвал. Как уже отмечалось, восполнение потерь пара и конденсата части высокого давления производится дистиллятом испарительных установок, оборудованных испарителями. И-350-0,6-1 и И-600-1,6-11 в блочном и общестанционном исполнении. По эксплуатационным оценкам производительностью ИУ по дистилляту достигает БИУ 1-3 до 10-15 т/ч БИУ блоков 7,8-до 25-30 т/ч, общестанционных ИУ (ОИУ) - до 40-60 т/ч. Производятся коррекционная обработка питательной воды гидразином и аммиаком (дозирование на впуск питательных насосов) котловой воды перед экономайзером и по фосфатной линии в барабан котла.

ГЛАВА.4 РАСЧЕТА

4.1 ВЫБОР СХЕМЫ ВПУ ТАХИАТАШСКОЙ ТЭС

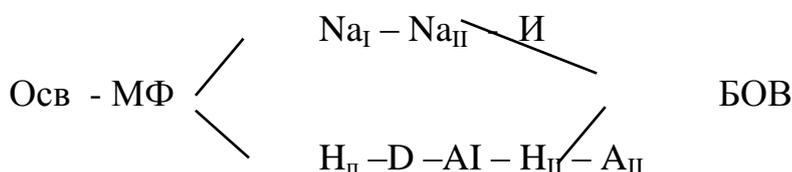
Подготовка добавочной воды на ВПУ производительностью 150 т/ч.

Источник воды река Амударья.

Состав воды:

1. Взвешенные вещества – 4970 мг/л;
2. Общая жесткость – 5,76 мг-экв/л;
3. Карбонатная жесткость – 3,12 мг-экв/л;
4. Некарбонатная жесткость – 2,64 мг-экв/л;
5. Содержание натрия – 5,16 мг-экв/л;
6. Содержание Cl-- – 3,1 мг-экв/л;
7. Содержание SO₂-4 – 4,2 мг-экв/л;
8. Содержание кремний -- 10,0 мг/л;
9. Общее солесодержание – 6,1 мг-экв/л.

Схема ХВО:

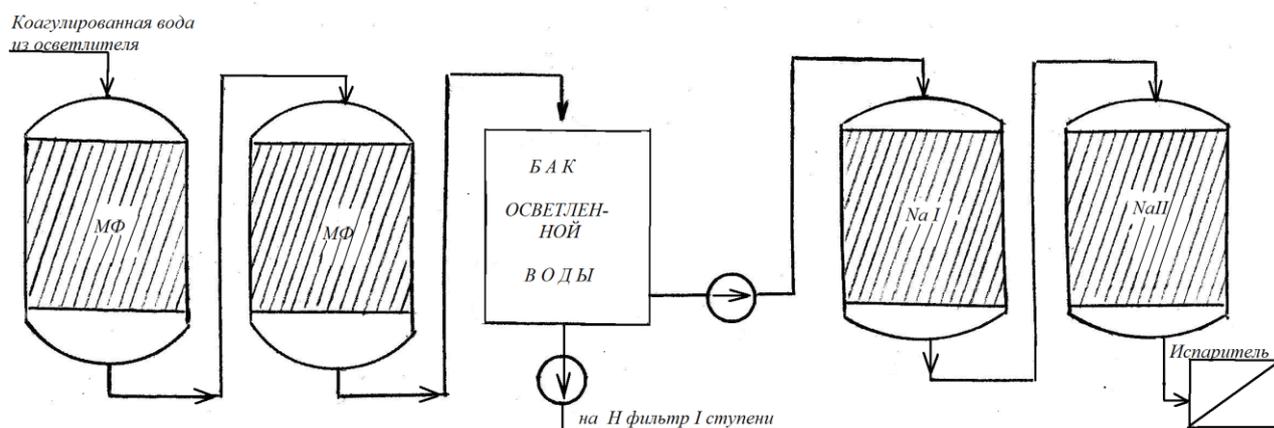


С целью определения расхода воды на собственные нужды технологический расчет начинается с последнего фильтра системы ВПУ (рис. 16).

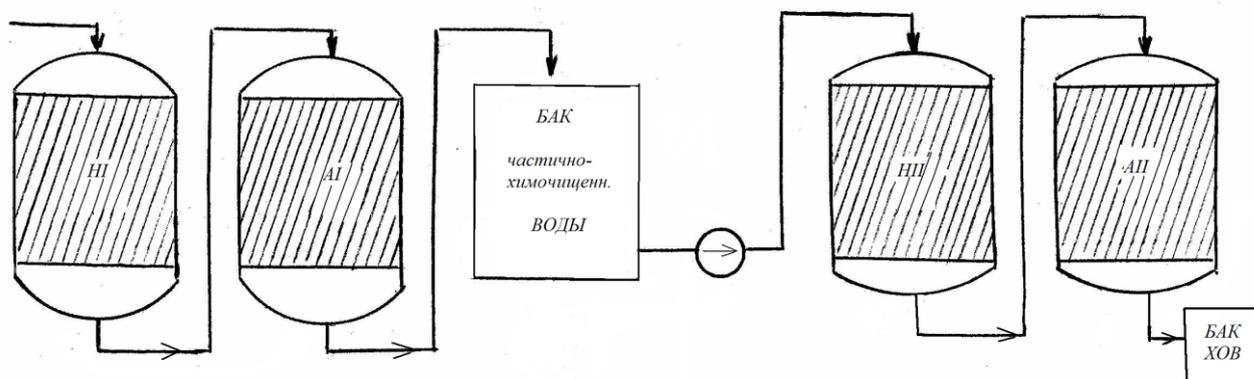
Схема ионитной обработки воды после предочистки на ВПУ Тахиаташской ТЭС

1. Основная схема ВПУ:

Осветлитель-



2. Резервная схема ВПУ: Осветлитель- МФ-



4.2 РАСЧЕТ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОСНОВНОЙ СХЕМЫ ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Расчет оборудования необходимо начинать с хвостовой части т.е. с натрий-катионитных фильтров второй ступени, т.к. оборудование должно обеспечить дополнительное количество воды, идущей на собственные нужды водоподготовки.

Расчет Na_{II} – катионитного фильтра

Для сокращения количества устанавливаемого оборудования и его унификации принимают однотипные конструкции фильтров для первой и второй ступени.

Q_y -- расчетная производительность основной установки $100 \text{ м}^3/\text{ч}$

1. Требуемая площадь фильтрования при скорости $40 \text{ м}/\text{ч}$, м^2 : $F = Q/W = 100/40 = 2,5$

2. Параметры стандартного фильтра:

а) высота слоя загрузочного материала – сульфоугля $h_{\text{сл}} = 1,5 \text{ м}$;

б) площадь фильтрования $f_{\text{с.ф.}} = 1,77 \text{ м}^2$;

в) диаметр фильтра $d_{\text{ф}} = 2000 \text{ мм}$.

3. Число фильтров в работе, шт: $n = n_+ n_p = 2 + 1 = 3$

3. Действительная скорость фильтрования, $\text{м}/\text{ч}$: $W_d = Q_y / f \cdot n = 100 / 1,77 \cdot 2 = 28,2$

4. Максимальная скорость фильтрования, $\text{м}/\text{ч}$: $W_m = Q_y / f \cdot n = 100 / 1,77 \cdot (2 - 1) = 40$

5. Количество солей жесткости подлежащих удалению на фильтрах в сутки, :

$$A = 24 \cdot J_0 \cdot Q = 24 \cdot 0,1 \cdot 100 = 240 \text{ г-экв/сутки}$$

где $0,1$ - жесткость фильтрата после фильтров первой ступени катионирования, $\text{мг.экв}/\text{л}$

6. Рабочая обменная способность катионита, E_p , $\text{г-экв}/\text{м}^3$ / Лившиц/

$$E_p = \alpha \cdot \beta \cdot E_n - 0,5 \cdot g \cdot J_0 = 0,9 \cdot 0,57 \cdot 500 - 0,5 \cdot 4 \cdot 0,1 = 260 \text{ г-экв}/\text{м}^3$$

α - коэффициент эффективности регенерации , $\alpha = 0,9$

β - коэффициент, учитывающий снижение обменной способности катионита по Ca^+ и Mg^+ за счет частичного задержания катионов, $\beta = 0,57$

$E_{\text{ц}}$ - полная обменная способность катионита, г.экв/ м^3 , принимается по заводским данным

g - удельный расход воды на отмывку катионита $\text{м}^3/\text{м}^3$, $g=4$

0,5 - доля умягчения отмывочной воды

7. Число регенерации фильтра в сутки:

$$m = A / f \cdot h \cdot E_p \cdot n = 240 / 1,77 \cdot 1,5 \cdot 260 \cdot 2 = 0,17$$

8. Расход 100%-ной соли на одну регенерацию натрий-катионитного фильтра

II ступени:

$$Q_c = E_p \cdot f \cdot h \cdot q_c / 1000 = 260 \cdot 1,77 \cdot 1,5 \cdot 300 / 1000 = 207,1 \text{ кг}$$

9. Суточный расход технической соли, $Q_{\text{т.с}}$ кг/сутки ,

$$Q_{\text{т.с.}} = Q_c \cdot m \cdot n \cdot 100 / 96,5 = 207,1 \cdot 0,17 \cdot 2 \cdot 100 / 96,5 = 72,6 \text{ кг/сутки}$$

10. Расход воды на регенерацию натрий-катионитного фильтра складывается из:

а) расхода воды на взрыхляющую промывку фильтра при интенсивности взрыхления

$i = 4 \text{ л/м}^2 \cdot \text{сек}$ и времени $t_{\text{взр}} = 15 \text{ мин}$:

$$V_{\text{взр}} = i \cdot f \cdot 60 \cdot t_{\text{взр}} / 1000 = 4 \cdot 1,77 \cdot 60 \cdot 15 / 1000 = 6,4 \text{ м}^3$$

б) расхода воды на приготовление регенерационного 10 %-ного раствора соли:

$$V_{\text{р.р.}} = Q_c \cdot 100 / 1000 \cdot b \cdot \rho = 207,1 \cdot 100 / 1000 \cdot 10 \cdot 1,082 = 1,9 \text{ м}^3$$

где 100 - концентрация регенерационного раствора

b - 10%- раствор соли

ρ - плотность регенерационного раствора, равной $1,082 \text{ кг/м}^3$

в) расхода воды на отмывку катионита от продуктов регенерации:

$$V_{\text{отм}} = q_{\text{отм}} \cdot f \cdot h = 4 \cdot 1,77 \cdot 1,5 = 10,6 \text{ м}^3$$

$q_{\text{отм}}$ - удельный расход воды на отмывку катионита, принимается $4 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

г) Расход воды на одну регенерацию натрий-катионитного фильтра II-ой ступени с учетом использования отмывочных вод для взрыхления:

$$V_{\Sigma} = V_{\text{отм}} + V_{\text{р.р}} + V_{\text{взр}} = 6,4 + 1,9 + 10,6 = 18,9, \text{ м}^3$$

9. Среднечасовой расход воды на собственные нужды, м³/ч:

$$q_{\text{с.н.}} = V_{\Sigma} \cdot m / 24 = 18,9 \cdot 0,17 / 24 = 0,14$$

10. Время пропуска регенерационного раствора при скорости пропуска, равной 5 м/ч:

$$\tau_{\text{р.р}} = V_{\text{р.р}} \cdot 60 / w_{\text{р.р}} \cdot f = 1,9 \cdot 60 / 5 \cdot 1,77 = 12,9 \text{ мин}$$

11. Время пропуска отмывочного раствора при скорости пропуска, равной 8 м/ч

$$\tau_{\text{отм}} = V_{\text{отм}} \cdot 60 / w_{\text{р.р}} \cdot f = 10,6 \cdot 60 / 8 \cdot 1,77 = 45 \text{ мин}$$

12. Время регенерации: $\tau_{\text{рег}} = \tau_{\text{взр}} + \tau_{\text{р.р}} + \tau_{\text{отм}} = 15 + 12,9 + 45 = 72 \text{ мин} = 1,2 \text{ ч}$

13. Межрегенерационный период работы фильтра:

$$T = 24 / m - \tau_{\text{рег}} = 24 / 0,17 - 1,2 = 141,2 - 1,2 = 140 \text{ ч}$$

Расчет NaI – катионитного фильтра

Q_{NaI}-- производительность натрий – катионитного фильтра: Q_y + q_{с.н.}^{NaI} = 100 + 0,14, м³/ч

1. Требуемая площадь фильтрования при скорости 20 м/ч, м²: F = Q/W = 100,14/20 = 5,007

2. Параметры стандартного фильтра:

а) высота слоя загрузочного материала – сульфоугля h_{сл} = 2,5 м;

б) площадь фильтрования f_{с.ф.} = 3,14 м²;

в) диаметр фильтра d_ф = 2000 мм .

3. Число фильтров в работе ,шт: n = n₊ n_р = 3 + 1 = 4

3. Действительная скорость фильтрования, м/ч: W_д = Q_y / f · n = 100,14 / 3,14 · 3 = 10,7

4. Максимальная скорость фильтрования, м/ч: W_м = Q_y / f · n = 100,14 / 3,14 · (3 - 1) = 16

5. Количество солей жесткости подлежащих удалению на фильтрах в сутки, :

$$A = 24 \cdot Ж_0 \cdot Q = 24 \cdot 5,76 \cdot 100,14 = 13843, \text{ г-экв/ сутки}$$

где 0,1 - жесткость фильтрата после фильтров первой ступени

катионирования, мг.экв/л

6. Рабочая обменная способность катионита, E_p , г-экв/м³/ Лившиц/

$$E_p = \alpha \cdot \beta \cdot E_{\text{п}} - 0,5 \cdot g \cdot Ж_0 = 0,72 \cdot 0,57 \cdot 500 - 0,5 \cdot 4 \cdot 0,1 = 210 \text{ г-экв/м}^3$$

α - коэффициент эффективности регенерации, $\alpha = 0,72$

β - коэффициент, учитывающий снижение обменной способности катионита по Ca^+ и Mg^+ за счет частичного задержания катионов, $\beta = 0,57$

$E_{\text{п}}$ - полная обменная способность катионита, г.экв/м³, принимается по заводским данным

g - удельный расход воды на отмывку катионита м³/м³, $g=4$

0,5 - доля умягчения отмывочной воды

7. Число регенерации фильтра в сутки:

$$m = A / f \cdot h \cdot E_p \cdot n = 13843 / 3,14 \cdot 2,5 \cdot 210 \cdot 3 = 2,8$$

8. Расход 100%-ной соли на одну регенерацию натрий-катионитного фильтра

II ступени:

$$Q_c = E_p \cdot f \cdot h \cdot q_c / 1000 = 210 \cdot 3,14 \cdot 2,5 \cdot 140 / 1000 = 230,8 \text{ кг}$$

9. Суточный расход технической соли, $Q_{\text{т.с.}}$ кг/сутки,

$$Q_{\text{т.с.}} = Q_c \cdot m \cdot n \cdot 100 / 96,5 = 207,1 \cdot 2,8 \cdot 3 \cdot 100 / 96,5 = 2009,9 \text{ кг/сутки}$$

10. Расход воды на регенерацию натрий-катионитного фильтра складывается из:

а) расхода воды на взрыхляющую промывку фильтра при интенсивности взрыхления

$i = 4 \text{ л/м}^2 \cdot \text{сек}$ и времени $t_{\text{взр}} = 15 \text{ мин}$:

$$V_{\text{взр}} = i \cdot f \cdot 60 \cdot t_{\text{взр}} / 1000 = 4 \cdot 3,14 \cdot 60 \cdot 15 / 1000 = 11,3 \text{ м}^3$$

б) расхода воды на приготовление регенерационного 10 %-ного раствора соли:

$$V_{\text{р.р.}} = Q_c \cdot 100 / 1000 \cdot b \cdot \rho = 230,8 \cdot 100 / 1000 \cdot 6 \cdot 1,04 = 3,7 \text{ м}^3$$

где 100 - концентрация регенерационного раствора

b - 6%- раствор соли

ρ - плотность регенерационного раствора, равной 1,04, кг/м³

в) расхода воды на отмывку катионита от продуктов регенерации:

$$V_{\text{отм}} = q_{\text{отм}} \cdot f \cdot h = 4 \cdot 3,14 \cdot 2,5 = 31,4 \text{ м}^3$$

$q_{\text{отм}}$ - удельный расход воды на отмывку катионита, принимается $4 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

г) Расход воды на одну регенерацию натрий-катионитного фильтра I-ой ступени :

$$V_{\Sigma} = V_{\text{взр}} + V_{\text{р.р}} + V_{\text{отм}} = 11,3 + 3,7 + 31,4 = 46,4, \text{ м}^3$$

9. Среднечасовой расход воды на собственные нужды, $\text{м}^3/\text{ч}$:

$$q_{\text{с.н.}} = V_{\Sigma} \cdot m / 24 = 46,4 \cdot 2,8 / 24 = 5,4$$

10. Время пропуска регенерационного раствора при скорости пропуска, равной $w_{\text{р.р}} = 4 \text{ м/ч}$:

$$\tau_{\text{р.р}} = V_{\text{р.р}} \cdot 60 / w_{\text{р.р}} \cdot f = 3,7 \cdot 60 / 4 \cdot 3,14 = 17,6 \text{ мин}$$

11. Время пропуска отмывочного раствора при скорости пропуска, равной $w_{\text{отм}} = 8 \text{ м/ч}$

$$\tau_{\text{отм}} = V_{\text{отм}} \cdot 60 / w_{\text{отм}} \cdot f = 31,4 \cdot 60 / 8 \cdot 3,14 = 75 \text{ мин}$$

12. Время регенерации: $\tau_{\text{рег}} = \tau_{\text{взр}} + \tau_{\text{р.р}} + \tau_{\text{отм}} = 15 + 17,6 + 75 = 107,6 \text{ мин} = 1,8 \text{ ч}$

13. Межрегенерационный период работы фильтра:

$$T = 24 / m - \tau_{\text{рег}} = 24 / 2,8 - 4,2 = 8,2 - 1,8 = 6,4$$

4.3 РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ СХЕМЫ ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Расчет А_{II}– анионитовый фильтр

Расчетная производительность А_{II}– анионитового фильтра, $\text{м}^3/\text{ч}$: $Q_{\text{А2}} = 50 \text{ т/ч}$.

1. Требуемая площадь фильтрования при скорости 20 м/ч , м^2 : $F = Q/w = 50/20 = 2,5$

2. Параметры стандартного фильтра:

а) высота слоя загрузочного материала – сульфоугля $h_{\text{сл}} = 1,5 \text{ м}$;

б) площадь фильтрования $f_{\text{с.ф.}} = 1,77 \text{ м}^2$;

в) диаметр фильтра $d_{\text{ф}} = 2000 \text{ мм}$.

3. Число фильтров в работе ,шт: $n = n_{+} n_{\text{р}} = 2 + 1 = 3$

3. Действительная скорость фильтрования, м/ч : $w_{\text{д}} = Q_{\text{y}} / f \cdot n = 50 / 1,77 \cdot 3 = 14,1$

4. Рабочая обменная способность анионита АВ-17 $E_{\text{р}} = 100 \text{ г-экв/м}^3$

5. Продолжительность фильтроцикла, ч

$$T + \tau_{\text{рег}} = f \cdot n \cdot E_p \cdot h_{\text{сл}} / c \cdot Q_{A2} = 1,77 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 1,5 / 50 \cdot (4/44 + 10/76) = 10,62 \cdot 0,22 = 48,3 \text{ ч}$$

7. Число регенерации фильтра в сутки:

$$m = A / f \cdot h \cdot E_p \cdot n = 13843 / 3,14 \cdot 2,5 \cdot 210 \cdot 3 = 2,8$$

8. Расход 100%-ной соли на одну регенерацию натрий-катионитного фильтра II ступени:

$$Q_c = E_p \cdot f \cdot h \cdot q_c / 1000 = 210 \cdot 3,14 \cdot 2,5 \cdot 140 / 1000 = 230,8 \text{ кг}$$

9. Суточный расход технической соли, $Q_{\text{т.с.}}$ кг/сутки ,

$$Q_{\text{т.с.}} = Q_c \cdot m \cdot n \cdot 100 / 96,5 = 207,1 \cdot 2,8 \cdot 3 \cdot 100 / 96,5 = 2009,9 \text{ кг/сутки}$$

10. Расход воды на регенерацию натрий-катионитного фильтра складывается из:

а) расхода воды на взрыхляющую промывку фильтра при интенсивности взрыхления

$i = 4 \text{ л/м}^2 \cdot \text{сек}$ и времени $t_{\text{взр}} = 15 \text{ мин}$:

$$V_{\text{взр}} = i \cdot f \cdot 60 \cdot t_{\text{взр}} / 1000 = 4 \cdot 3,14 \cdot 60 \cdot 15 / 1000 = 11,3 \text{ м}^3$$

б) расхода воды на приготовление регенерационного 10 %-ного раствора соли:

$$V_{\text{р.р.}} = Q_c \cdot 100 / 1000 \cdot b \cdot \rho = 230,8 \cdot 100 / 1000 \cdot 6 \cdot 1,04 = 3,7 \text{ м}^3$$

где 100 - концентрация регенерационного раствора

b - 6%- раствор соли

ρ - плотность регенерационного раствора, равной 1,04, кг/м³

в) расхода воды на отмывку катионита от продуктов регенерации:

$$V_{\text{отм}} = q_{\text{отм}} \cdot f \cdot h = 4 \cdot 3,14 \cdot 2,5 = 31,4 \text{ м}^3$$

$q_{\text{отм}}$ - удельный расход воды на отмывку катионита, принимается 4 м³/м³ .

г) Расход воды на одну регенерацию натрий-катионитного фильтра I-ой ступени :

$$V_{\Sigma} = V_{\text{взр}} + V_{\text{р.р.}} + V_{\text{отм}} = 11,3 + 3,7 + 31,4 = 46,4 \text{ м}^3$$

9. Среднечасовой расход воды на собственные нужды, м³/ч:

$$q_{\text{с.н.}} = V_{\Sigma} \cdot m / 24 = 46,4 \cdot 2,8 / 24 = 5,4$$

10. Время пропуска регенерационного раствора при скорости пропуска, равной $w_{\text{р.р.}} = 4 \text{ м/ч}$:

$$\tau_{p.p} = V_{p.p} \cdot 60 / w_{p.p} \cdot f = 3,7 \cdot 60 / 4 \cdot 3,14 = 17,6 \text{ мин}$$

11. Время пропуска отмывочного раствора при скорости пропуска, равной $w_{отм} = 8 \text{ м/ч}$

$$\tau_{отм} = V_{отм} \cdot 60 / w_{отм} \cdot f = 31,4 \cdot 60 / 8 \cdot 3,14 = 75 \text{ мин}$$

12. Время регенерации: $\tau_{рег} = \tau_{взр} + \tau_{p.p} + \tau_{отм} = 15 + 17,6 + 75 = 107,6 \text{ мин} = 1,8 \text{ ч}$

13. Межрегенерационный период работы фильтра:

$$T = 24 / m - \tau_{рег} = 24 / 2,8 - 4,2 = 8,2 - 1,8 = 6,4 \text{ ч}$$

Расчет АГ-анионитовый фильтр

$$Q_{ст} = Q_{ст}^{пред} + q_{ст}^{с.н} = 50,5 + 0,9 = 51,4 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Расчетная производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$

$$Q_{ст} = 51,4 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Скорость фильтрования, м/ч

$$w = 20 \text{ м/ч}$$

Требуемая площадь фильтрования, м^2

$$F = \frac{Q_{ст}}{w} = \frac{51,4}{20} = 2,6 \text{ м}^2$$

Число фильтров (в работе+регенерации+резерве), шт

$$n = 3 \text{ шт}$$

Площадь одного фильтра, м^2

$$f = \frac{F}{n} = \frac{2,6}{3} = 0,86 \text{ м}^2$$

Характеристика стандартного фильтра, м/м^2

$$d/f = 3/3,14$$

Действительная скорость фильтрования, м/ч

$$w_d = \frac{Q_{ст}}{f \cdot n} = \frac{51,4}{3,14 \cdot 3} = 5,5 \text{ м/ч}$$

Тип загруженного материала

АН -31

Рабочая емкость, г·экв/м³

E_p=800

Принимаемая высота слоя, м

h_{сл}=2 м

Продолжительность фильтроцикла, ч

$$T + \phi_{\Sigma} = \frac{f \cdot h_{сл} \cdot E_p \cdot n}{Q_{см} \cdot C} = \frac{(3,14 \cdot 2 \cdot 800 \cdot 4) \cdot 2}{51,4(3,6 + 4,2)} = 75 \text{ ч}$$

Суточное число регенераций всех фильтров, рег/сут

$$m = \frac{24n}{(T + \phi_{\Sigma})} = \frac{24 \cdot 3}{75} = 0,98 \text{ рег/сут}$$

13. Суточный расход 100%ного реагента,

$$C_{\text{NaOH}}^{100} = \frac{f \cdot h \cdot E \cdot m}{10^6} b_{\text{щ}} = \frac{3,14 \cdot 2 \cdot 800 \cdot 0,98 \cdot 50}{10^6} = 0,24 \text{ м/сут}$$

14. Удельный расход воды на взрыхление фильтра, кг/(с·м²)

$$i = 2,8 \text{ кг/(с} \cdot \text{м}^2)$$

15. Время взрыхления фильтра, мин

$$\phi_{\text{взр}} = 15 \text{ мин}$$

16. Расход воды на взрыхление, м³/рег

$$V_{\text{взр}} = \frac{f \cdot i \cdot \tau_{\text{взр}} \cdot m \cdot 60}{1000} = \frac{3,14 \cdot 2,8 \cdot 15 \cdot 0,98 \cdot 60}{1000} = 7,8 \text{ м}^3 / \text{рег}$$

17. Концентрация регенерационного раствора, %

$$C_{\text{р.р}} = 4\%$$

18. Расход воды на приготовление регенерационного раствора, м³

$$V_{\text{р.р}} = \frac{C^{100} \cdot 100}{(C_{\text{р.р}} \cdot \rho)} = \frac{0,24 \cdot 100}{4 \cdot 1} = 6 \text{ м}^3 / \text{рег}$$

19. Удельный расход воды на отмывку, м³/м³

$$a = 8 \text{ м}^3 / \text{м}^3$$

20. Расход воды на отмывку, м³/рег

$$V_{\text{отм}} = f \cdot h_{сл} \cdot m \cdot a = 3,14 \cdot 2 \cdot 0,98 \cdot 8 = 49,2 \text{ м}^3 / \text{рег}$$

21. Суммарный расход воды на регенерацию, м³/рег

$$V_{\Sigma} = V_{\text{всп}} + V_{\text{р.р}} + V_{\text{отм}} = 7,8 + 49,2 + 6 = 63 \text{ м}^3 / \text{рег}$$

22. Часовой расход воды на собственные нужды, м³/ч

$$q_{\text{см}}^{\text{с.н}} = \frac{V_{\Sigma}}{24} = \frac{63}{24} = 2,6 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

23. Скорость пропуска регенерационного раствора, м/ч

$$\omega_{\text{р.р}} = 5 \text{ м} / \text{ч}$$

24. Время пропуска регенерационного раствора, мин

$$\tau_{\text{р.р}} = \frac{V_{\text{р.р}} \cdot 60}{f \cdot \omega_{\text{р.р}}} = \frac{6 \cdot 60}{3,14 \cdot 5} = 24 \text{ мин}$$

25. Скорость отмывки, м/ч

$$\omega_{\text{отм}} = 5 \text{ м} / \text{ч}$$

26. Время отмывки, мин

$$\tau_{\text{отм}} = \frac{V_{\text{отм}} \cdot 60}{f \cdot \omega_{\text{отм}}} = \frac{49,2 \cdot 60}{3,14 \cdot 5} = 194 \text{ мин}$$

27. Суммарный время регенерационного фильтра, мин

$$\tau_{\Sigma} = \tau_{\text{всп}} + \tau_{\text{р.р}} + \tau_{\text{отм}} = 15 + 24 + 194 = 233 \text{ мин}$$

Расчет Н_п– катионитовый фильтр

Если: $C_{\text{Na}} > 1 \text{ мгэкв/л}$, на место Н₁ используется Н противоточный - Н_п.

$$Q_{\text{ст}} = Q_{\text{см}}^{\text{пред}} + q_{\text{см}}^{\text{с.н}} = 51,4 + 2,6 = 54 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Расчетная производительность, м³/ч

$$Q_{\text{ст}} = 54 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Скорость фильтрования, м/ч

$$\omega = 20 \text{ м} / \text{ч}$$

Требуемая площадь фильтрования, м²

$$F = \frac{Q_{\text{см}}}{\omega} = \frac{54}{20} = 2,7 \text{ м}^2$$

Число фильтров (в работе+регенерации+резерве), шт

$n=3$

Площадь одного фильтра, m^2

$$f = \frac{F}{n} = \frac{2,7}{3} = 0,9 m^2$$

Стандартная площадь: $f_{ст}=3,14$

Характеристика стандартного фильтра, m/m^2

$$d/f = 3/3,14$$

Действительная скорость фильтрования, $m/ч$

$$w_{д} = \frac{Q_{см}}{f \cdot n} = \frac{54}{3,14 \cdot 3} = 5,7 m/ч$$

Тип загруженного материала

КУ-2-8

Рабочая емкость, г-экв/ m^3

$E_p=600$

Принимаемая высота слоя, m

$h_{сл}=3$

Продолжительность фильтроцикла, $ч$

$$T + \phi_{\Sigma} = \frac{f \cdot h_{сл} \cdot E_p \cdot n}{Q_{см} \cdot C} = \frac{3,14 \cdot 3 \cdot 600 \cdot 3}{54(2,5 + 5,1)} = 410,4ч$$

Суточное число регенераций всех фильтров, рег/сут

$$m = \frac{24n}{(T + \phi_{\Sigma})} = \frac{24 \cdot 3}{5,5} = 1,3 \text{ рег/сут}$$

13. Суточный расход 100%ного реагента,

$$C_{H_2SO_4}^{100} = \frac{f \cdot h \cdot E \cdot m}{10^6} b_{щ} = \frac{3,14 \cdot 2 \cdot 600 \cdot 1,3 \cdot 60}{10^6} = 0,3 m / \text{сут}$$

14. Удельный расход воды на взрыхление фильтра, $кг/(с \cdot m^2)$

$$v = 3 кг / (с \cdot m^2) \quad -$$

15. Время взрыхления фильтра, мин

$$\tau = 15 \text{ мин} \quad -$$

16. Расход воды на взрыхление, $m^3/\text{рег}$

$$V_{\text{взр}} = \frac{f \cdot i \cdot \tau_{\text{взр}} \cdot m \cdot 60}{1000} = \frac{3,14 \cdot 3 \cdot 15 \cdot 1,3 \cdot 60}{1000} = 11 \text{ м}^3 / \text{рег}$$

17. Концентрация регенерационного раствора, %

$$C_{\text{р.р}} = 4\%$$

18. Расход воды на приготовление регенерационного раствора, м³/рег

$$V_{\text{р.р}} = \frac{C^{100} \cdot 100}{(C_{\text{р.р}} \cdot \rho)} = \frac{0,3 \cdot 100}{4 \cdot 1} = 7,5 \text{ м}^3 / \text{рег}$$

19. Удельный расход воды на отмывку, м³/м³

$$a = 5 \text{ м}^3 / \text{м}^3$$

20. Расход воды на отмывку, м³/рег

$$V_{\text{отм}} = f \cdot h_{\text{сл}} \cdot m \cdot a = 3,14 \cdot 2 \cdot 1,3 \cdot 5 = 40,82 \text{ м}^3 / \text{рег}$$

21. Суммарный расход воды на регенерацию, м³/рег

$$V_{\Sigma} = V_{\text{взр}} + V_{\text{р.р}} + V_{\text{отм}} = 11 + 7,5 + 40,82 = 59,32 \text{ м}^3 / \text{рег}$$

22. асовой расход воды на собственные нужды, м³/ч

$$q_{\text{см}}^{\text{с.н}} = \frac{V_{\Sigma}}{24} = \frac{59,32}{24} = 2,5 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

23. Скорость пропуска регенерационного раствора, м/ч

$$\omega_{\text{р.р}} = 10 \text{ м} / \text{ч}$$

24. Время пропуска регенерационного раствора, мин

$$\tau_{\text{р.р}} = \frac{V_{\text{р.р}} \cdot 60}{f \cdot \omega_{\text{р.р}}} = \frac{7,5 \cdot 60}{3,14 \cdot 10} = 14,3 \text{ мин}$$

25. Скорость отмывки, м/ч

$$\omega_{\text{отм}} = 10 \text{ м} / \text{ч}$$

26. Время отмывки, час

$$\tau_{\text{отм}} = \frac{V_{\text{отм}} \cdot 60}{f \cdot \omega_{\text{отм}}} = \frac{40,82 \cdot 60}{3,14 \cdot 10} = 78 \text{ мин}$$

27. Суммарный время регенерационного фильтра, мин

$$\tau_{\Sigma} = \tau_{\text{взр}} + \tau_{\text{р.р}} + \tau_{\text{отм}} = 15 + 14,3 + 78 = 107,3 \text{ мин}$$

Расчет декорбонизатора

1. Концентрация свободной углекислоты в водород – катионированной воде, поступающей в декорбонизатор:

$$C_{CO_2} = 44 \cdot \mathcal{J}_k \cdot C_{нач} = 44 \cdot 3,12 + 8,15 = 145,43$$

2. Начальная концентрация свободной углекислоты:

$$C_{нач} = 0,268(\mathcal{J}_k)^3 = 0,268(3,12)^3 = 8,15 \text{ мг/кг}$$

3. Количество свободной углекислоты:

$$C = \frac{Q^0 (C_{CO_2} + C_{ост})}{1000} = \frac{51,4(145,43 + 4)}{1000} = 7,68 \text{ кг/час}$$

4. Необходимая площадь поверхности десорбции в декорбонизаторе:

$$F_{дес} = \frac{C}{\kappa_{жс} \cdot \Delta c_p} = \frac{7,68}{0,5 \cdot 0,06} = 256 \text{ м}^2$$

5. Площадь требуемой поверхности насадки:

$$F_{нас} = (1 - 0,075) \cdot F_{дес} = (1 - 0,075) \cdot 256 = 237 \text{ м}^2$$

Расчет М– механического фильтра

$$Q_{ст} = Q_{NaI} + q_{с.н}^{NaI} + Q_{HI} + q_{с.н}^{HI} = 100,23 + 2 + 54 + 2,5 = 159 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расчетная производительность, м³/ч

1. $Q_{ст} = 159 \text{ м}^3/\text{ч}$

2. Скорость фильтрования, м/ч

$$\omega = 10 \text{ м/ч}$$

3. Требуемая площадь фильтрования, м²

$$F = \frac{Q_{ст}}{\omega} = \frac{159}{10} = 15,9 \text{ м}^2$$

4. Число фильтров (в работе+регенерации+резерве), шт

$$n = 5 \text{ шт}$$

5. Площадь одного фильтра, м²

$$f = \frac{F}{n} = \frac{15,9}{5} = 3,2 \text{ м}^2$$

6. Характеристика стандартного фильтра, м/м²

$$d/f = 3/7,1$$

7. Действительная скорость фильтрования, м/ч

$$w_d = \frac{Q_{cm}}{f \cdot n} = \frac{159}{7,1 \cdot 5} = 4,4 \text{ м/ч}$$

8. Тип загруженного материала

Антрацит

9. Рабочая емкость, кг/м³

$$E_p = 1,5$$

10. Принимаемая высота слоя, м

$$h_{cl} = 1 \text{ м}$$

11. Продолжительность фильтроцикла, ч

$$T + \phi_{\Sigma} = \frac{(f \cdot h_{cl} \cdot E_p \cdot n) \cdot 2}{Q_{cm} \cdot C} = \frac{(7,1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 5) \cdot 2}{159 \cdot 0,01} = 67 \text{ ч}$$

12. Суточное число регенераций всех фильтров, рег/сут

$$m = \frac{24n}{(T + \phi_{\Sigma})} = \frac{24 \cdot 5}{67} = 1,2 \text{ рег/сут}$$

13. Удельный расход 100 %-ного реагента, кг/м³

—

14. Расход реагента на регенерацию, кг

—

15. Суточный расход реагента, кг

—

16. Удельный расход воды на взрыхление фильтра, кг/(с · м²)

$$i = 12 \text{ кг/(с · м}^2\text{)}$$

17. Время взрыхления фильтра, мин

$$\phi_{взр} = 15 \text{ мин}$$

18. Расход воды на взрыхление, м³

$$V_{взр} = \frac{f \cdot i \cdot \tau_{взр} \cdot 60}{1000} = \frac{7,1 \cdot 12 \cdot 15 \cdot 60}{1000} = 76,68 \approx 77 \text{ м}^3$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	7,1	12	15	60	1000	76,68															
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					
21																					
22																					
23																					
24																					
25																					
26																					
27																					
28																					
29																					

19. Концентрация регенерационного раствора, %

20. Расход воды на приготовление регенерационного раствора, м³

21. Удельный расход воды на отмывку, м³/м³

$$a = 5 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

22. Расход воды на отмывку, м³

$$V_{отм} = f \cdot h_{сл} \cdot a = 7,1 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1 = 14,2 \text{ м}^3$$

23. Суммарный расход воды на регенерацию, м³/рег

$$V_{\Sigma} = V_{взр} + V_{отм} = 204 + 14,2 = 218,2 \text{ м}^3 / \text{рег}$$

24. Часовой расход воды на собственные нужды, м³/ч

$$q_{с.н} = \frac{V_{\Sigma} \cdot t}{24} = \frac{218,2 \cdot 1,2}{24} = 11 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

25. Скорость пропуска регенерационного раствора, м/ч

26. Время пропуска регенерационного раствора, мин

27. Скорость отмывки, м/ч

$$\omega_{отм} = 8 \text{ м} / \text{ч}$$

28. Время отмывки, мин

$$\tau_{отм} = \frac{V_{отм} \cdot 60}{f \cdot \omega_{отм}} = \frac{14,2 \cdot 60}{7,1 \cdot 2} = 60 \text{ мин}$$

29. Суммарный время регенерационного фильтра, мин

$$\tau_{\Sigma} = \tau_{взр} + \tau_{отм} = 15 + 60 = 75 \text{ мин}$$

Расход реагентов H_2SO_4 и $NaOH$ для частичного обескремнивания воды.

а) Суточный расход 100%-ой серной кислоты (H_{II} и H_I)

$$C_{сут}^к + C_{H_2}^к + C_{H_2}^к = 0,8 + 0,2 = 1 \text{ м / сут} = 1000 \text{ кг / сут}$$

б) объем баков для хранения крепкой серной кислоты:

$$V^к = \frac{C_{сут}^к (\varphi - p)}{1000 \cdot \rho} = \frac{1000 \cdot (10 - 5)}{1000 \cdot 1,2} = 1,8 \text{ м}^3$$

в) Суточный расход 100%-го едкого натра (A_{II} и A_I):

$$C_{сут}^{щ} = C_{A_2}^{щ} + C_{A_1}^{щ} = 0,25 + 0,7 = 0,95 \text{ м / сут} = 0,95 \text{ кг / сут}$$

г) объем баков для хранения крепкой щелочи:

$$V^{щ} = \frac{C_{сут}^{щ} (\varphi + p)}{1000 \cdot \rho} = \frac{950(10 + 5)}{1000 \cdot 1,1} = 10,2 \text{ м}^3$$

д) стехиолитрический суточный расход 100%-ой серной кислоты регенерацию катионита в фильтрах H_{II} и H_I :

$$\begin{aligned} (C_{сут}^к)_{стех} &= [(f \cdot h \cdot E \cdot m)_{H_2} + (f \cdot h \cdot E \cdot m)_{H_1}] \cdot \frac{\mathcal{E}^к}{1000} = \\ &= [(3,14 \cdot 1,5 \cdot 400 \cdot 0,6) + (3,14 \cdot 3 \cdot 600 \cdot 1,3)] \cdot \frac{40}{1000} = 339 \text{ кг} \end{aligned}$$

е) стехиолитрический суточный расход 100%-ого натра на регенерацию анионита катионита в фильтрах A_{II} и A_I :

$$\begin{aligned} (C_{сут}^{щ})_{стех} &= [(f \cdot h \cdot E \cdot m)_{A_2} + (f \cdot h \cdot E \cdot m)_{A_1}] \cdot \frac{\mathcal{E}^{щ}}{1000} = \\ &= [(3,14 \cdot 1,5 \cdot 600 \cdot 0,2) + (3,14 \cdot 2 \cdot 800 \cdot 0,98)] \cdot \frac{41}{1000} = 225 \text{ кг} \end{aligned}$$

Необходимое количество 100%-ой серной кислоты:

$$H^к = \frac{C_{сут}^к - (C_{сут}^к)_{стех}}{\mathcal{E}^к} = \frac{1000 - 339}{40} = 17 \text{ кг экв / сутки}$$

Необходимое количество крепкого едкого натра:

$$I^{ш} = \frac{C_{сум}^{ш} - (C_{сум}^{ш})_{смех}}{\mathcal{E}^{ш}} = \frac{950 - 225}{41} = 18 \text{кЭкв/сутки}$$

ГЛАВА 5 Безопасность жизнедеятельности

В развитии статьи 37 Конституции Республики Олий Мажлис 6 мая 1993 года в числе первых законодательных актов принял Закон Республики Узбекистан «Об охране труда», заложивший правовую основу принципов функционирования всех ветвей управления деятельностью предприятий всех форм собственности в создании и улучшении условий труда и производственного быта, в формировании системы социально экономических, организационных, технических, санитарно технических, лечебно профилактических мероприятий и нормативного обеспечения вопросов охраны труда. Закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», принятый 25.08.2006 г. определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и направлен на предупреждение аварий, обеспечение готовности предприятий к их ликвидации и ликвидации последствий аварий на этих объектах.

1. Производственная санитария

Существенное влияние на состояние организма человека, его работоспособность оказывает микроклимат (метеорологические условия) в производственных помещениях - климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения нагретых поверхностей.

Микроклимат производственных помещений, в основном, влияет на тепловое состояние организма человека и его теплообмен с окружающей средой.

Повышение скорости движения воздуха способствует усилению процесса теплоотдачи конвекцией и испарением пота.

Длительное влияние высокой температуры в сочетании со

значительной влажностью может привести к накоплению тепла в организме и к гипертермии — состоянию, при котором температура тела повышается до 38...40 °С.

При низкой температуре, значительной скорости и влажности воздуха возникает переохлаждение организма (гипотермия). В следствие воздействия низких температур могут возникнуть холодовые травмы.

Параметры микроклимата оказывают также существенное влияние на производительность труда и на травматизм.

Создание оптимальных метеорологических условий в производственных помещениях является сложной задачей, решить которую можно за счет применения следующих мероприятий и средств:

Усовершенствование технологических процессов и оборудования. Внедрение новых технологий и оборудования, не связанных с необходимостью проведения работ в условиях интенсивного нагрева даст возможность уменьшить выделение тепла в производственные помещения.

- Рациональное размещение технологического оборудования. Основные источники тепла желательно размещать непосредственно под аэрационным фонарем, около внешних стен здания и в один ряд на таком расстоянии друг от друга, чтобы тепловые потоки от них не перекрещивались на рабочих местах.
- Автоматизация и дистанционное управление технологическими процессами позволяют во многих случаях вывести человека из производственных зон, где действуют неблагоприятные факторы.
- Рациональная вентиляция, отопление и кондиционирование воздуха. Они являются наиболее распространенными способами нормализации микроклимата в производственных помещениях. Создание воздушных и водовоздушных душей широко используется в борьбе с перегревом рабочих в горячих цехах.

- Рационализация режимов труда и отдыха достигается сокращением длительности рабочего времени за счет дополнительных перерывов, созданием условий для эффективного отдыха в помещениях с нормальными метеорологическими условиями.
- Применение, теплоизоляции оборудования и защитных экранов. В качестве теплоизоляционных материалов широко используют: асбест, асбоцемент, минеральную вату, стеклоткань, керамзит, пенопласт.
- Использование средств индивидуальной защиты. Важное значение для профилактики перегрева организма имеют индивидуальные средства защиты.

Химические вещества достаточно распространенный опасный и вредный производственный фактор. Высокие концентрации пыли характерны для горнодобывающей промышленности, машиностроения, металлургии, текстильной промышленности, сельского хозяйства.

Пыль может оказывать на человека фиброгенное воздействие, при котором в легких происходит разрастание соединительных тканей, которое нарушает нормальное строение и функцию органа. Вредность производственной пыли обусловлена ее способностью вызывать профессиональные заболевания легких, в первую очередь пневмокониозы.

Существенное значение имеют также индивидуальные особенности организма человека. В связи с этим для работников, которые работают во вредных условиях проводятся обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (1 раз на 3, 6, 12 и 24 месяца, в зависимости от токсичности веществ) медицинские осмотры.

Общие мероприятия и средства предупреждения загрязнения воздушной среды на производстве и защиты работающих включают:

- изъятие вредных веществ из технологических процессов, замена вредных веществ менее вредными и т. п.;
- усовершенствование технологических процессов и оборудования;

- автоматизация и дистанционное управление технологическими процессами и оборудованием, исключающие непосредственный контакт работающих с вредными веществами;
- герметизация производственного оборудования, работа технологического оборудования в вентилируемых укрытиях, локализация вредных выделений за счет местной вентиляции, аспирационных установок;
- нормальное функционирование систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, очистки выбросов в атмосферу;
- предварительные и периодические медицинские осмотры работающих, во вредных условиях, профилактическое питание, соблюдение правил личной гигиены;
- контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
- использование средств индивидуальной защиты.

Под вентиляцией понимают систему мероприятий и устройств, предназначенных для обеспечения на постоянных рабочих местах, в рабочей и обслуживаемой зонах помещений метеорологических условий и чистоты воздушной среды, соответствующих гигиеническим и техническим требованиям. Основная задача вентиляции — удалить с помещения загрязненный или нагретый воздух и подать свежий.

Вентиляция классифицируется по таким признакам:

- по способу перемещения воздуха: естественная, искусственная (механическая) и совмещенная (естественная и искусственная одновременно);
- по направлению потока воздуха: приточная, вытяжная, приточно-вытяжная;
- по месту действия: общеобменная, местная, комбинированная.

- создавать в рабочей зоне помещений соответствующие нормам метеорологические условия труда (температуру, влажность и скорость движения воздуха);
- полностью удалять из помещений вредные газы, пары, пыль и аэрозоли или растворять их до предельно допустимых концентраций;
- не вносить в помещение загрязненный воздух снаружи или путем засасывания из смежных помещений;
- не создавать на рабочих местах сквозняков или резкого охлаждения;
- быть доступными для управления и ремонта в процессе эксплуатации;
- не создавать в процессе эксплуатации дополнительных неудобств (например, шума, вибраций, попадания дождя, снега).

Кондиционирование воздуха — это создание и автоматическое поддержание в помещениях постоянных или изменяющихся по программе определенных метеорологических условий, наиболее благоприятных для работающих или требуемых для нормального протекания техно-огического процесса. Кондиционирование воздуха может быть полным и неполным. Полное кондиционирование воздуха предусматривает регулирование температуры, влажности, подвижности и чистоты воздуха, а также, в ряде случаев, возможность его дополнительной обработки (обеззараживания, ароматизации, ионизации). При неполном кондиционировании регулируется только часть параметров воздуха.

Свет является естественным условием жизни человека, необходимым для сохранения здоровья и высокой производительности труда, и основанным на работе зрительного анализатора, самого тонкого и универсального органа чувств.

представляет собой видимые глазом электромагнитные волны оптического диапазона длиной 380-760 нм, воспринимаемые сетчатой

оболочкой зрительного анализатора.

В производственных помещениях используется 3 вида освещения: естественное (источником его является солнце), искусственное (когда используются только искусственные источники света); совмещенное или смешанное (характеризуется одновременным сочетанием естественного и искусственного освещения)

В производственных помещениях используются следующие виды естественного освещения: боковое - через светопроемы (окна) в наружных стенах; верхнее - через световые фонари в перекрытиях; комбинированное - через световые фонари и окна.

В зданиях с недостаточным естественным освещением применяют совмещенное освещение - сочетание естественного и искусственного света. Искусственное освещение в системе совмещенного может функционировать постоянно (в зонах с недостаточным естественным освещением) или включаться с наступлением сумерек.

Искусственное освещение на промышленных предприятиях осуществляется лампами накаливания и газоразрядными лампами, которые являются источниками искусственного света.

В производственных помещениях применяются общее и местное освещение. Общее - для освещения всего помещения, местное (в системе комбинированного) - для увеличения освещения только рабочих поверхностей или отдельных частей оборудования.

Применение не только местного освещения не допускается.

В физиологии зрительного восприятия важное значение придается не падающему потоку, а уровню яркости освещаемых производственных и других объектов, которая отражается от освещаемой поверхности в направлении глаза. Зрительное восприятие определяется не освещенностью, а яркостью, под которой понимают характеристику светящихся тел, равную отношению силы света в каком-либо направлении к площади проекции светящейся поверхности на

плоскость, перпендикулярную к этому направлению

К гигиеническим требованиям, отражающим качество производственного освещения, относятся:

равномерное распределение яркостей в поле зрения и ограничение теней;

ограничение прямой и отраженной блескости;

ограничение или устранение колебаний светового потока.

Равномерное распределение яркости в поле зрения имеет важное значение для поддержания работоспособности человека. Если в поле зрения постоянно находятся поверхности, значительно отличающиеся по яркости (освещенности), то при переводе взгляда с ярко- на слабоосвещенную поверхность глаз вынужден переадаптироваться. Частая переадаптация ведет к развитию утомления зрения и затрудняет выполнение производственных операций.

Степень неравномерности определяется коэффициентом неравномерности - отношением максимальной освещенности к минимальной. Чем выше точность работ, тем меньше должен быть коэффициент неравномерности.

Светильники - источники света, заключенные в арматуру, - предназначены для правильного распределения светового потока и защиты глаз от чрезмерной яркости источника света. Арматура защищает источник света от механических повреждений, а также дыма, пыли, копоти, влаги, обеспечивает крепление и подключение к источнику питания.

По светораспределению светильники подразделяются на светильники прямого, рассеянного и отраженного света. Светильники прямого света более 80% светового потока направляют в нижнюю полусферу за счет внутренней отражающей эмалевой поверхности. Светильники рассеянного света излучают световой поток в обе полусферы: одни - 40-60% светового потока вниз, другие - 60-80% вверх. Светильники отраженного света более 80% светового потока направляют вверх на потолок, а отражаемый от него свет

направляется вниз в рабочую зону.

Для защиты глаз от блескости светящейся поверхности ламп служит защитный угол светильника - угол, образованный горизонталью от поверхности лампы (края светящейся нити) и линией, проходящей через край арматуры.

Длительное воздействие вибрации высоких уровней на организм человека приводит к развитию преждевременного утомления, снижению производительности труда, росту заболеваемости и нередко к возникновению профессиональной патологии - вибрационной болезни.

Вибрация - это механическое колебательное движение системы с упругими связями.

Вибрацию по способу передачи на человека (в зависимости от характера контакта с источниками вибрации) условно подразделяют на:

местную (локальную), передающуюся на руки работающего, и общую, передающуюся через опорные поверхности на тело человека в положении сидя (ягодицы) или стоя (подошвы ног). Общая вибрация в практике гигиенического нормирования обозначается как вибрация рабочих мест. В производственных условиях нередко имеет место сочетанное действие местной и общей вибрации.

Производственная вибрация по своим физическим характеристикам имеет довольно сложную классификацию.

В настоящее время около 40 государственных стандартов регламентируют технические требования к вибрационным машинам и оборудованию, системам виброзащиты, методам измерения и оценки параметров вибрации и другие условия.

Наиболее действенным средством защиты человека от вибрации является устранение непосредственно его контакта с вибрирующим оборудованием. Осуществляется это путем применения дистанционного управления, промышленных роботов, автоматизации и замены тех-

нологических операций.

Общие методы борьбы с вибрацией базируются на анализе уравнений, которые описывают колебание машин в производственных условиях и классифицируются следующим образом:

- снижение вибраций в источнике возникновения путем снижения или устранения возбуждающих сил;
- регулировка резонансных режимов путем рационального выбора приведенной массы или жесткости системы, которая колеблется;
- вибродемпферование — снижение вибрации за счет силы трения демпферного устройства, то есть перевод колебательной энергии в тепловую;
- динамическое гашение — введение в колебательную систему дополнительной массы или увеличение жесткости системы;
- виброизоляция — введение в колебательную систему дополнительной упругой связи с целью ослабления передачи вибраций смежному элементу, конструкции или рабочему месту;
- использование индивидуальных средств защиты.

Средства индивидуальной защиты от вибрации применяют в случае, когда рассмотренные выше технические средства не позволяют снизить уровень вибрации до нормы. Для защиты рук используются рукавицы, вкладыши, прокладки. Для защиты ног — специальная обувь, подметки, наколенники. Для защиты тела — нагрудники, пояса, специальные костюмы.

Интенсивное шумовое воздействие на организм человека неблагоприятно влияет на протекание нервных процессов, способствует развитию утомления, изменениям в сердечно-сосудистой системе и появлению шумовой патологии, среди многообразных проявлений которой ведущим клиническим признаком является медленно прогрессирующее снижение слуха по типу кохлеарного неврита.

В производственных условиях источниками шума являются работающие станки и механизмы, ручные механизированные инструменты, электрические машины, компрессоры, кузнечно-прессовое, подъемно-транспортное, вспомогательное оборудование (вентиляционные установки, кондиционеры) и т.д.

Характеристикой непостоянного шума на рабочих местах является интегральный параметр - эквивалентный уровень звука в дБ(А).

Основные мероприятия по борьбе с шумом - это технические мероприятия, которые проводятся по трем главным направлениям:

- устранение причин возникновения шума или снижение его в источнике;
- ослабление шума на путях передачи;
- непосредственная защита работающих.

Одним из наиболее простых технических средств борьбы с шумом на путях передачи является звукоизолирующий кожух, который может закрывать отдельный шумный узел машины.

Звукопоглощение достигается за счет перехода колебательной энергии в теплоту вследствие потерь на трение в звукопоглотителе. Звукопоглощающие материалы и конструкции предназначены для поглощения звука как в помещениях с источником, так и в соседних помещениях. Акустическая обработка помещения предусматривает покрытие потолка и верхней части стен звукопоглощающим материалом. Эффект акустической обработки больше в низких помещениях (где высота потолка не превышает 6 м) вытянутой формы. Акустическая обработка позволяет снизить шум на 8 дБА.

2. Техника безопасность.

В здании ЦХВО предусмотрено совместное освещение. Естественное боковое освещение обеспечивается за счет оконных проемов.

Кроме рабочего освещения предусмотрено аварийное освещение зон работ от самостоятельного источника питания электроэнергии, независимое от общей электроосветительной сети котельной, которое должно обеспечить работу котельной в случаях перебоев с электроэнергией.

В ЦХВО предусмотрена защита оборудования, сигнализация, автоматическое регулирование и контроль параметров при эксплуатации.

ВПУ должен быть немедленно остановлен и отключен действием защит или персоналом вручную при отказе в работе защитных средств в следующих случаях:

- повышение температуры в ёмкостях ВПУ ;
- прекращения действия всех фильтров ёмкость;
- обнаружения неисправности предохранительного клапана;
- отклонение уровня воды в ёмкостях ВПУ выше допустимого уровня или понижения его ниже нижнего допустимого уровня;

3.Электробезопасность

Организационные мероприятия включают в себя выбор рациональных режимов работы персонала по обслуживанию электроустановок, ограничение мест и времени пребывания персонала в зоне воздействия электрического тока. Основными потребителями электроэнергии являются электродвигатели дымососов, вентиляторов.

Напряжение прикосновения и токи, протекающие через тело человека, не должны превышать значения, указанные в таблицах. Для предотвращения поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, следует использовать защитное заземление.

В качестве индивидуальных средств защиты от электрического тока

применяются экранирующие комплекты (костюмы, перчатки, обувь), коврики, подставки, контактные выводы и перемычки, проводники с зажимами и т.д.

4. Пожара безопасность

. ЦХВО относится к категории “Б” Источниками пожара могут быть неисправности электрооборудования, осветительных приборов; выход из строя приборов автоматики. При нарушении целостности электрический проводов г, или при разрушении обшивки и обмуровки ВПУ, могут послужить причиной пожара

Наиболее прогрессивен контроль воздушной среды производственных помещений автоматическими сигнализаторами до взрывных концентраций. При включении предупредительной сигнализации и аварийной вентиляции предусматривается автоматическое или ручное отключение всего или части технологического оборудования.

Для борьбы с пожаром ВПУ противопожарным инвентарем по существующим нормам противопожарной охраны.

Территория и все помещения ЦХВО постоянно содержаться в чистоте и порядке, своевременно убираться от отходов и мусора (по мере накопления и по окончании рабочего дня), уборка помещений с использованием легковоспламеняющихся и горючих жидкостей не допускается , вход и выходы, проходы, коридоры, тамбуры, двери постоянно содержаться в исправном состоянии и ничем не загромождаться и необходима обеспечение помещения первичных средств пожаротушения . Курение в помещениях запрещено и разрешается только в специально оборудованных местах. Проведение огневых и пожароопасных работ может производиться только после обеспечения безопасного расстояния до сгораемых материалов при наличии средств пожаротушения. По окончании рабочего дня все электроприборы, освещение, оргтехника отключаться. Первичные средства пожаротушения (огнетушители, пожарные гидранты), автоматическая пожарная сигнализация находится в исправном состоянии. Ограничение

доступа к ним не допускается. Автоматическую пожарную сигнализацию отключать запрещается, а в случае неисправности своевременно приниматься меры к восстановлению ее работоспособности. Места размещения первичных средств пожаротушения, пути эвакуации при пожаре к основным и запасным выходам обозначены знаками пожарной безопасности, а у телефонных аппаратов вывешена табличка с указанием номера телефона пожарной охраны. В каждом помещении вывешена табличка с указанием ответственного за противопожарное состояние и на каждом этаже зданий на видном месте вывешены планы эвакуации людей при пожаре, инструкция о мерах пожарной безопасности. Эвакуация людей из помещений при пожаре и других чрезвычайных ситуациях проводится в соответствии с планом эвакуации при пожаре и инструкцией действий персонала при возникновении пожара.

РАСЧЁТ ВИБРАЦИИ

Рассчитать виброизоляцию виброплощадки и виброга-
сующее основание (фундамент) с обеспечением допустимых вибраций на рабочих местах. Виброизоляторы пружинные, колебания вертикально на-
правлены, грузоподъёмность площадки 10 т. Общий вес $Q = 13860$ Н, в том числе подвижных частей $Q_{п.ч} = 11300$ Н, частота колебаний $f = 50$ Гц, максимальный кинематический момент дисбалансов $M = 5200$ Н/см, ам-
плитуда колебаний виброплатформы $a = 0,5$ мм, размер виброплатфор-
мы $6 \times 2,2$ м, грунт – песок маловлажный, мелкий.

Определяем динамическую силу, создаваемую дебалансами вибра-
торов:

$$F = (M \cdot \omega^2) / q,$$

где $\omega = 2\pi f$ – круговая частота вибраторов,

$$F = [5200 (2 \cdot 3,14 \cdot 50)^2] / 981 = 522629 \text{ Н.}$$

Суммарная жёсткость пружинных виброизоляторов определяется по

формуле

$K = Q_{п,ч} / X_{СТ}$ где $X_{СТ}$ – принимаем равным 0,5 см.

$$K = 11300 / 0,005 = 22600000 \text{ Н/м.}$$

Собственная частота колебаний рассчитывается по формуле

$f_0 = 5 / ст$, где f_0 – собственная частота колебаний, Гц.

$$f_0 = 5 / 0,5 = 7,05 \text{ Гц.}$$

Определяем коэффициент передачи по формуле

$$\mu = 1 / [(f / f_0)^2 - 1],$$

$$\mu = (50 / 7,05)^2 - 1 = 49.$$

Динамическая сила, передаваемая на основание, рассчитывается по формуле

$$F_0 = F / \mu$$

$$F_0 = 522629 / 49 = 10666 \text{ Н.}$$

Для расчёта амплитуды перемещений основания виброплощадки a_ϕ необходимо найти:

- минимальную площадь основания виброплощадки;
- жёсткость основания под виброплощадкой;
- собственную частоту колебаний основания виброплощадки.

Минимальная площадь основания виброплощадки рассчитывается по формуле

$$S_0 = Q / R,$$

где S_0 – минимальная площадь основания виброплощадки, см²; R – допустимое нормативное давление на грунт условного фундамента, Па

$$S_0 = 128600 / 2 \cdot 105 = 6430 \text{ см}^2.$$

Жёсткость основания под виброплощадкой рассчитывается по формуле

$K_\phi = F_0 \cdot C_z$, где K_ϕ – жёсткость основания под виброплощадкой, Н/м; C_z – коэффициент упругого равномерного сжатия грунта, Н/см³.

$$K_\phi = 6430 \cdot 40 = 257200 \text{ Н/м.}$$

Собственная частота колебаний основания виброплощадки опреде-

ляется по формуле

$f_{\phi} = 1 / (2\pi)$ где f_{ϕ} – собственная частота колебаний основания виброплощадки, Гц;

$$m_0 = (Q \cdot Q) / q.$$

$$f_{\phi} = (1 / 6,28) 981) / 2560 * 257200 = 15,8 \text{ Гц.}$$

Амплитуда перемещения основания виброплощадки рассчитывается по формуле

$$a_{\phi} = f_0 / \{K_{\phi} \cdot [(f_2 / f_{\phi} - 1)]\}$$

где a_{ϕ} – амплитуда перемещения основания виброплощадки, см.

Подставляя значения в формулу получим:

$$a_{\phi} = 10666 / \{257200 \cdot [(2500 / 249,64) - 1]\} = 0,0046 \text{ см.}$$

При применении только пружинных виброизоляторов амплитуда перемещения основания превышает допустимые уровни. Для их снижения требуется устройство виброгасящего основания (фундамента).

Для виброплощадок с вертикально направленными колебаниями минимально необходимый вес фундамента, при котором колебания не будут превышать допустимых, рассчитывается по формуле

$$Q_{\phi} = [q (a \cdot K + a_{\phi} \cdot K_{\phi})] / (a \cdot \omega_2)$$

где ω – угловая частота колебаний; Q_{ϕ} – вес неподвижной части (основания) виброплощадки, Н.

Для виброплощадок, работающих с частотой не ниже 3000 кал/мин, используется формула

$$Q_{\phi} = [(1,1 \dots 1,2) q \cdot a \cdot K] / (a_{\phi} \cdot \omega_2) = \\ = (1,1 \cdot 9,81 \cdot 0,0005 \cdot 22600000) / (0,0000046 \cdot 98596) = 122040 \text{ Н.}$$

Определяем собственную частоту колебаний фундамента по формуле

$$f_{\phi c} = (1 / 2\pi) [(K_{\phi} \cdot q) / m_{\phi}]$$

где $m_{\phi} = (Q_{\phi} + Q_0) / q.$

Подставляем значения в формулу получим:

$$f_{\phi c} = (1 / 6,28) \cdot [(257200 \cdot 9,81) / 271200] = 1,48 \text{ Гц.}$$

Амплитуду перемещения фундамента определяем по формуле

$$a_{\phi} = 10666 / \{[257200 \cdot [(50 / 1,48)^2 - 1]]\} = 0,00046 \text{ мм.}$$

Величина a доп определяется для частоты 50 Гц интерполяцией (a доп = 0,009 мм). При применении виброизоляции амплитуда перемещения фундамента не превышает допустимой величины.

ГЛАВА 6 ЭКОНОМИКА

Инвестиции в ВПУ

L Капиталовложения в схему ВПУ - K_B :

$$K_B = K_{зд} + K_{об} + K_{м.об} + K_{тр} + K_{кп} + K_{фм} + K_{кпп} + K_{тн} + K_{вс} = K_3 + 2,62 K_{об} + 0,35 (K_{кп} + K_{ом})$$

1. Оплата труда на заработную плату штатного персонала ХВО - K_3
(рассчитывают по табл. штата ХВО):

$$K_3 = 0,16 \cdot 10^9 \text{ сум}$$

2. Затраты на сооружения здания - $K_{зд}$:

$$\begin{aligned} K_{зд} &= V_{зд} \cdot A - V_{рез} \cdot B, \text{ сум}; & \text{Дано: } V_{зд} &= 8640 \text{ м}^3 \\ A &= 20000 \text{ сум/м}^3 & K_{зд} &= 20000 \cdot 8640 + 155 \cdot 1000 \\ V_{рез} &= 10000 \text{ м}^3 & K_{зд} &= 172800000 + 1550000 = 17,810^7 \text{ сум} \\ B &= 300 \text{ сум/м}^3 \end{aligned}$$

3. Затраты на приобретение оборудования ХВО (табл.) — $K_{об}$

$$K_{об} = 20 \cdot 10^9 \text{ сум}$$

4. Затраты на монтаж оборудования - $K_{м.об}$:

$$K_{м.об} = 0,25 \cdot K_{об} = 0,25 \cdot 20 \cdot 10^9 = 5 \cdot 10^7, \text{ сум.}$$

5. Затраты на приобретение и монтаж трубопроводов:

$$K_{тр} = 0,35 \cdot (K_{об} + K_{м.об}) = 0,35 (20 \cdot 10^7 + 5 \cdot 10^7);$$

$$K_{тр} =$$

6. Затраты на кислотостойкие покрытия - $K_{кп}$:

$$K_{кп} = 0,025 \cdot K_{об} = 0,025 \cdot 20 \cdot 10^7 = 0,5 \cdot 10^7, \text{ сум}$$

7. Затраты на фильтрующие материалы - $K_{ф.м}$:

$$\text{а) } K_{антрацит} = M_{антрацит} \cdot Ц_{антрацит}; \quad M = 41 \text{ т}; \quad Ц = 45 \text{ сум/кг};$$

$$K_{антрацит} = 41 \cdot 45 \cdot 10^3 = 1845000 = 0,2 \cdot 10^7 \text{ сум}$$

$$\text{б) } K_{катионит} = M_{катионит} \cdot Ц_{катионит}; \quad M = M_{H1} + M_{H2} = 14 \text{ т}; \quad Ц = 2000 \text{ сум/кг};$$

$$K_{катионит} = 14 \cdot 2000 \cdot 1000 = 2,8 \cdot 10^7 \text{ сум};$$

$$W = W_g + W_{oc} > \text{ сум/год}$$

$$W_g = m \cdot W_g: h/24, \text{ кВтт/год (табл...)}$$

$$W_g = 4324 \cdot 7000/24 = 0,1 \cdot 10^7, \text{ кВтт/год}$$

г) Учет затраты на $u_{пос}$ (20%) - $K_{уфтх}$

$$K_{упос} = 0,2 \cdot K'_{фм} + K_{упос} = 5,2 \cdot 10^7 + 1,04 \cdot 10^7 = 5,25 \cdot 10^7 \text{ сум}$$

8 Затраты на транспорт и начисления – $K_{тн}$

$$9 \quad K_{тн} = 0,1(K_{об} + K_{м.об} + K_{тр} + K_{кп} + K_{фм} - K_{кип}) = 0,484 \cdot K_{об} + 0,25 (K_{кп} + K_{фм}), \text{ сум}$$

$$K_{тн} = 0,484 \cdot 20 \cdot 10^7 + 0,25 (0,5 \cdot 10^7 + 6 \cdot 10^7);$$

$$K_{тн} = 9,68 \cdot 10^7 + 1,6 \cdot 10^7 - 10,3 \cdot 10^7, \text{ сум}$$

Суммарные инвестиции K_B в схему ВПУ - K_B .

$$10 \quad K_B = K_3 \cdot K_{ов} + K_{м.ов} + K_{тр} + K_{кп} + K_{фм} + K_{кип} + K_{кт} + K_{вс}$$

$$\text{или } K_B = K_3 + 26,2 \cdot K_{об} + 0,35 (K_{кп} + K_{фм}), \text{ сум}$$

$$K_B = 0,16 \cdot 10^7 + 2,62 \cdot 20 \cdot 10^7 + 0,35 (0,5 \cdot 10^7 + 6,0 \cdot 10^7)$$

$$K_B = 0,16 \cdot 10^7 + 52,4 \cdot 10^7 + 2,28 \cdot 10^7$$

$$K_B = 55 \cdot 10^7 \text{ сум.}$$

ГЛАВА 7. Экология

Среди попутных продуктов промышленности одно из первых мест по объему выхода занимают золы и шлаки, образующиеся при сжигании угля, антрацита или горючих сланцев на тепловых электростанциях (ТЭС). Уголь (подобно нефти и газу) представляет собой органическое вещество, подвергшееся медленному разложению под действием биологических и геологических процессов. Основа образования угля – остатки растений, произраставших миллионы лет назад. Первоначально высшие растения образовывали органику болот – торф. Далее сформировавшийся пласт покрывался слоем минеральной породы и вместе с ней постепенно погружался в глубины земной коры. Там под воздействием высоких температур (до 350 °С) и давления происходило превращение: в начале торф становился бурым углем, затем - каменным и, в конечном итоге, антрацитом. Процесс трансформации торфа в антрацит сопровождался изменением содержания их основных элементов: количество углерода увеличивалось от 50 до 98 %, кислорода – снижалось от 25 до 1-2 %, водорода уменьшалось от 6 до 1,5 %. Вместе с тем, не во всех геологических регионах создавались условия для полного превращения торфа в антрацит. В зависимости от глубины погружения пласта процесс мог остановиться на любой стадии. По этой причине существуют буроугольные бассейны.

Перед подачей в топку уголь, как правило, обогащают по средствам удаления минеральных компонентов с целью снижения зольности и измельчают. Далее он попадает в топку, где температура сгорания колеблется от 1000 до 1600°С. Органическая составляющая угля сгорает, минеральная (несгорающая) образует твердые остатки: шлак (размером частиц более 0,25 мм) и мелкодисперсную золу-уноса, которая продвигаясь по внутренним коммуникациям ТЭС, задерживается фильтрами (как правило, электрофильтрами) и попадает в золоборники. Далее сухая зола транспортируется в силос для выдачи потребителям с целью её дальнейшего промышленного использования (производство строительных материалов,

дорожные работы и др.) либо смешивается с водой и вместе со шлаком в виде пульпы сбрасывается в золоотвал .

По данным теплотехнического научно-исследовательского института, при сжигании твердых видов топлива ежегодно образуется 40-50 млн. т золошлаковых материалов, при этом большая их часть попадает в золоотвалы.

По самым скромным оценкам, запасов угля в России хватит не менее, чем на 200 лет. Позиция государства на сегодняшний день состоит в том, чтобы увеличить потребление угля в стране, а природный газ продавать другим странам. В этой ситуации количество образующихся на ТЭС зола в ближайшее время будет повышаться, что будет способствовать загрязнению окружающей природной среды. Для более эффективной утилизации необходимо оценивать свойства полученных золошлаковых продуктов, разрабатывать новые и совершенствовать существующие технологии их переработки, изучать влияние золы на жизнь и здоровье человека и окружающую среду. Одним из эффективных направлений использования золы является производство легких бетонов. Традиционная технология получения автоклавного ячеистого бетона предусматривала использование в качестве кремнеземистого компонента кварцевого песка. В 50-х гг. прошлого столетия предложено использовать в качестве кремнеземистого компонента кислую золу-унос, содержащую повышенное количество SiO_2 и минимальное количество CaO (менее 10 %). Как показали исследования, введение кислой золы в состав ячеистого бетона приводило к снижению плотности, повышению его прочности и морозостойкости. Разработка зольной технологии существенно расширила сырьевую базу для производства ячеистого бетона.

Между тем, помимо технико-экономических аспектов развитию зольных технологий ячеистого бетона способствовала необходимость решения экологических проблем, возникающих при функционировании угольных ТЭС. Речь идет о сокращении золоотвалов, которое становилось возможным при массовом распространении зольных технологий. Пыление золоотвалов

загрязняет окружающую среду, отрицательно влияет на здоровье людей, а также на продуктивность сельскохозяйственных угодий. При сильном ветре превышение предельно допустимой концентрации золы в воздухе может иметь место на расстоянии до 4 км от золоотвала.

Главной опасностью для окружающей среды является проникновение стоков из золоотвала в грунт, приводящее к поступлению загрязняющих веществ (тяжелые металлы, радиоактивные элементы и др.) в подземные воды, а с ними – в реки и водоемы и, в конечном итоге, в пищу человека. При выпадении кислых дождей интенсифицируются процессы растворения ЗШМ, в результате чего, еще больший объем опасных для жизни человека веществ проникает в различные водоемы. Исследования показывают значительное повышение заболеваемости у людей, проживающих вблизи угольных ТЭС.

На ТЭС разрабатываются и внедряются мероприятия по снижению негативного действия золоотвалов, которые, однако, полностью не исключают загрязнение окружающей среды. Европейский опыт показывает, что для улучшения экологической ситуации следует отбирать золу при сгорании угля в сухом виде и использовать её в дорожном строительстве, производстве строительных материалов и т.д. В нашей стране переработке подвергается не более 10 % всех ЗШМ. Тем временем, развитие зольных технологий производства строительных материалов способствовало бы снижению выбросов золы в золоотвалы, а значит и уменьшению негативных последствий, связанных с этим. Производство ячеистого золобетона остается одним из эффективных вариантов использования золы. В отличие от производства золобетона, при изготовлении ячеистого бетона на песке проблема золоотвалов не решается. Более того, происходит изъятие песка из земли с нарушением естественного земного покрова и ухудшением экологической обстановки. Технология зольного ячеистого бетона не предусматривает использование природных материалов и по этой причине золобетон, является более экологичным материалом, нежели ячеистый бетон на песке. Главным фактором, сдерживающим применение некоторых зол,

является их неоднородность, как по химическому составу, так и по дисперсности. Другим недостатком, является несгоревший уголь, оставшийся в золах. Повышенное содержание углерода в них приводит к замедлению твердения зольного бетона (за счет уменьшения скорости гидратации цемента) и может вызвать снижение его морозостойкости. Также, негативным фактором является наличие опасных примесей в составе золы.

По своему химическому составу рассматриваемая зола является достаточно однородной. Другой причиной однородности состава рефтинской золы является высокая температура сгорания угля (1550-1600 °С), при которой минеральные остатки угля плавятся и усредняются по химическому составу. Из-за высокой температуры сгорания Экибастузского угля получаемая зола представлена в основном стеклянными частицами практически идеальной сферической формы.

Благодаря этой особенности, появляется возможность использовать её в качестве минеральной добавки в составе цементов, а также в бетонах для связывания $\text{Ca}(\text{OH})_2$, образующегося при гидратации

портландцемента. Помимо увеличения прочности и экономии вяжущего, при введении золы достигается снижение водоотделения и расслаиваемости бетонной смеси, повышение коррозионной стойкости и морозостойкости бетона, улучшение поверхности изделий. Эффект пуццоланизации применяется также и в технологии автоклавного ячеистого бетона, где кислые золы вступают во взаимодействие с CaO извести, образуя гидратные соединения различного состава (в основном гидросиликаты кальция). При этом, отмечается, что золы за счет преимущественно аморфной структуры обладают более высокой пуццоланической активностью по сравнению с кристаллическим кварцевым песком. Это позволяет добиться лучших физико-механических показателей зольного ячеистого бетона в сравнении с ячеистым бетоном на песке, в частности, более высоких показателей прочности и морозостойкости. Таким образом, зола-уноса Рефтинской ГРЭС в отличие от других зол не содержит вредных примесей и характеризуется высокой

однородностью состава. Зола обладает повышенной пуццолановой активностью и может эффективно применяться вместо кварцевого песка при производстве автоклавного ячеистого бетона и других строительных материалов. Вопрос возникает каждый раз, когда сравниваются продукты, изготовленные на золе, с аналогичной продукцией на природном материале (песок, глина и др.).

Противники зольных материалов чаще всего на первый план выносят проблему их радиоактивности. Попробуем разобраться являются ли золы и изделия на их основе радиоактивными. Радиоактивность – это способность химических элементов самопроизвольно излучать α - и β -частицы и γ -кванты вследствие радиоактивных превращений (радиоактивный распад, деление ядер атомов). Радионуклидом называют радиоактивный атом с данным массовым числом и атомным номером, для которого характерны спонтанные радиоактивные превращения. В настоящее время известны как естественные радионуклиды (природные, существовавшие в природе изначально), так и искусственные (техногенные). К естественным радионуклидам относят три радиоактивных семейства: урана–радия, тория и актиния. Каждое из семейств образует цепочку радионуклидов, в которой последующий нуклид становится продуктом распада предыдущего. У каждого из них есть родоначальник и конечный продукт распада.

Предельно допустимая концентрация вредных веществ в атмосфере населенных пунктов.

Наименование вещества	Предельно-допустимая концентрация, мг/м ³	
	максимально-разовая	среднесуточная
Пыль и в том числе зола	0,5	0,15
Сернистый ангидрид (SO ₂)	0,5	0,05
Серный ангидрид (SO ₃)	0,3	0,03
Оксид углерода	3,0	1,0
Диоксид азота	0,085	0,085

Для отвода уходящих газов из котлоагрегатов в атмосферу служат дымовые трубы. Необходимая высота дымовой трубы определяется для котельной в зависимости от расхода топлива, содержания золы и токсичных газов.

Запас топлива в котельной создается в специальных емкостяххранилищах – бункерах. Из бункеров уголь поступает в мельницу, где он подсушивается и размалывается до пылевидного состояния. Смесь угольной пыли и воздуха подается в топку котла. При сгорании угольной пыли образуются дымовые газы. После охлаждения газы проходят через золоуловитель и, очистившись в нем от летучей золы, выбрасываются в дымовую трубу.

Выпавшие из топочной камеры шлаки и летучая зола из золоуловителей по каналам транспортируются водой и затем насосами перекачиваются в золоотвал. Воздух для сжигания топлива подается вентилятором в воздухоподогреватель котла. Перегретый пар высокого давления и высокой температуры, полученный в котле, по паропроводам подается в паровую турбину, где он расширяется до очень низкого давления и уходит в конденсатор. Образовавшийся в конденсаторе конденсат забирается конденсатным насосом и подается через подогреватель в деаэратор. В

деаэраторе происходит удаление из конденсата воздуха и газов. В деаэратор поступает также сырая вода, прошедшая через водоподготовительное устройство, для восполнения потери пара и конденсата. Из питательного бака деаэратора насосом питательная вода подается в водяной экономайзер парового котла. Вода для охлаждения отработавшего пара забирается из реки и циркуляционным насосом направляется в конденсатор турбины. Электрическая энергия, выработанная генератором, соединенным с турбиной, отводится через повышающие электрические трансформаторы по линиям электропередачи высокого напряжения к потребителю.

Мощность современных ТЭС может достигать 6000 мегаватт и более при КПД до 40 %.

На ТЭС могут также применяться газовые турбины, работающие на природном газе или жидком топливе. Газотурбинные электростанции (ГТЭС) применяются для покрытия пиков электрической нагрузки.

Существуют также парогазовые электростанции, в которых энергетическая установка состоит из паротурбинного и газотурбинного агрегатов. Их КПД доходит до 43 %.

Преимуществом ТЭС по сравнению с гидроэлектростанциями является то, что их можно построить в любом месте, приблизив их к потребителю. Они работают практически на всех видах органического топлива, поэтому их можно приспособить к тому виду, который имеется в наличии в данной местности.

Основным недостатком теплоэлектростанций является высокая степень загрязнения окружающей среды углекислым газом, а также большая площадь, которую занимают отвалы золы.

Зола — несгораемый остаток, образующийся из минеральных примесей топлива при полном его сгорании.

Содержание золы в каменных и бурых углях находится в пределах примерно от 1 до 45% и более, в горючих сланцах — от 50 до 80%, в топливном торфе — от 2 до 30%, в дровах — от 0.5% до 2%, в растительном

топливе др. видов — от 3 до 5%, в мазуте — чаще до 0,15%, но иногда выше. Верхний предел содержания минеральных примесей определяется технической возможностью и экономической целесообразностью использования данного ископаемого в качестве топлива.

При сжигании твердого топлива образуется большое количество золы и диоксида серы. Так, например, подмосковные угли имеют в своем составе 2,5-6,0% серы и до 30-50% золы. Дымовые газы, образующиеся при сжигании мазута, содержат оксиды азота, соединения ванадия и натрия, газообразные и твердые продукты неполного сгорания. Перевод установок на жидкое топливо существенно уменьшает золообразование, но практически не уменьшает выбросы SO_2 , так как мазуты, применяемые в качестве топлива, содержат серу в количестве до 3-4,5% и более. При сжигании природного газа (неочищенного) в дымовых газах образуются диоксид серы и оксиды азота. Следует отметить, что наибольшее количество оксидов азота образуется при сжигании жидкого топлива.

Современная теплоэлектростанция мощностью 2,4 млн. кВт расходует до 20 тыс. т угля в сутки и выбрасывает в атмосферу в сутки 680 т SO_2 и SO_3 при содержании серы в топливе 1,7%; 200 т оксидов азота; 120-240 т твердых частиц (зола, пыль, сажа) при эффективности системы пылеулавливания 94-98%. Исследования показывают, что вблизи мощной теплоэлектростанции, выбрасывающей в сутки 280-360 т SO_2 , максимальные концентрации ее с подветренной стороны составляют 0,3-4,9 мг/м³ на расстоянии 200-500 м; 0,7-5,5 мг/м³ на расстоянии 500-1000 м; 0,22-2,8 мг/м³ на расстоянии 1000-2000 м.

Для проектируемой котельной с котлоагрегатами при сжигании каменного угля выбросы вредных веществ определены согласно методике .

Определение минимальной высоты трубы производим в такой последовательности:

Определяем выброс золы (г/с)

$$M_{\text{дл}} = \frac{10^6 \cdot B_p}{3600} \cdot \left(1 - \frac{\eta_{\text{дл}}}{100}\right) \cdot \left[\left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \cdot \frac{A_p}{100} + \frac{q_4}{100}\right] = \frac{10^6 \cdot 69.74}{3600} \cdot \left(1 - \frac{99}{100}\right) \cdot \left[\left(1 - \frac{3}{100}\right) \frac{8.52}{100} + \frac{3}{100}\right] = 21.82 \text{ г/ч}$$

где $B_p=69.34$ т/ч - расчетный часовой расход топлива всеми котлами, работающими на дымовую трубу;

$\eta_{\text{дл}}$ - КПД золоуловителя, %. $\eta_{\text{дл}}=99\%$;

q_4 - потеря теплоты от механической неполноты горения, $q_4=3\%$;

A_p - зольность топлива, $A_p=8,52\%$.

Следовательно, принимаем к установке дымовую трубу из железобетона высотой 120 м и с диаметром выходного отверстия 3,6 м.

При сжигании твердого топлива и удалении шлака в твердом состоянии только незначительная часть золы топлива остается в шлаке, а большая часть ее (~90 %) уносится дымовыми газами из котельного агрегата.

Содержащаяся в дымовых газах летучая зола сильно загрязняет атмосферный воздух и оказывает вредное воздействие на человеческий организм и растения, а также резко увеличивает износ газоходов и дымососов.

Поэтому котлоагрегат, сжигающая твердое топливо - уголь, оборудуется золоулавливающими устройствами - электрофильтрами, для эффективной очистки дымовых газов в соответствии с требованиями санитарных норм.

Проблема очистки дымовых газов от диоксида серы в данном дипломном проекте не рассматривалась, но как рекомендация - необходима установка абсорбера до электрофильтра с использованием известковоизвестнякового метода очистки дымовых газов.

Сущность способа заключается в том, что в поток дымовых газов, выходящих из котла, при температуре примерно 180 °С впрыскивается суспензия гидроокиси кальция. При этом происходит нейтрализация двуокиси серы известью, а вода испаряется за счет тепла дымовых газов. Дымовые газы, содержащие смесь твердых частиц продуктов нейтрализации и золы топлива, поступают в электрофильтр, в котором происходит частичная

доочистка дымовых газов от двуокиси серы за счет избытка подаваемой гидроокиси кальция.

Кроме этого предусматриваются мероприятия, направленные на улучшение природного состояния местности размещения проектируемого объекта: посадка зеленых насаждений, создание водоемов, противозерозийные работы и пр.

Выводы

1. Освещено процесс предварительной очистки воды на ТЭС
2. Рассмотрена технология эксплуатации ионитовых фильтров
3. Сделан выбор основной и резервной схемы ВПУ
4. Представлены расчеты оборудования основной и резервной схемы ВПУ
5. Освещены вопросы безопасности жизнедеятельность
6. Освещены вопросы экономика
7. Освещены вопросы экология

ЛИТЕРАТУРА

1. Выступление Президента Республики Узбекистан Ислама Каримова на международной конференции «Подготовка образованного и интеллектуально развитого поколения – как важнейшее условие развития и модернизации страны» 17. 02. 2012. Ташкент
2. Воронов «Водный режим тепловых электростанций». М.: Дом издательства. МЭИ. 2009
3. А.Ф. Белоконова «Водно-химические режимы ТЭС». М.: Энергоатомиздат. 1989.
4. Н.Кулешов, Ю.А. Морыганова, В.Л.Меньшикова, В.Р.Очков, Б.С.Федосеев «Химический анализ в теплоэнергетике», Москва, Изд. «МЭИ» 2004 г.
5. А.А.Громогласов, А.С.Копылов, А.П.Пильщиков. Водоподготовка: процессы и аппараты. Москва. Энергоатомиздат 1990
6. А.С.Копылов, В.М. Лавыгин, В.Ф.Очков. Водоподготовка в энергетике. М., Издательство МЭИ, 2006
7. В.Я Рыжкин. «Тепловые электрические станции» М.: Энергоатомиздат, 1987.
8. Елизаров Д.П. Теплоэнергетические установки электростанций. М. Энергоиздат, 1982.
9. «Правила технической эксплуатации электростанций и сетей РУз». Т. 2005

10. В.И.Абрамов и др., «Повышение экологические безопасности ТЭС», М., изд. МЭИ. 2002.
11. Инструкция по организации химического контроля на тепловых электрических станциях. ВТИ.М.2003.
12. Глобальная экологическая проблема. М.: Мысль, 1988
13. *Земля и человечество. Глобальные проблемы. Серия «Страны и народы».* М.: Мысль, 1985
14. Интернет:
www.teplo - ximia, narod.ru.
www.vpu.ru;
www.swtsamara.ru
www.trie.ru
www.vpu.ru

Аннотация

Бу битирув малакавий ишида Тахиаташ ИЭСда буг қозонлар ишончли ишлаши учун сув тайерлаш жараёни тўғрисида маълумот берилган. Ҳамда асосий қурилмалардан тиндиргич, механикли, ионитли филтрлар тўғрисида маълумотлар, тозалаш жараенининг утиш қонуниятлари , схемалари ёритилган ва техник ҳисоби берилган.

Бу битирув малакавий ишида ИЭСда техника ҳавфсизлигини таъминлаш, атроф мухитни муҳоваза қилиш имкониятлари кўрсатилган ва техник иқтисодий кўрсаткичлари ҳисобланган.

