

Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Кафедра «Тепловые энергетические установки»

Специальность 6М071700 – Теплоэнергетика

Допущен к защите

Зав. кафедрой

«___» _____ 20__ г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ
пояснительная записка

Тема: Моделирование прямоточных распылительных аппаратов
применяемых на ТЭС.

Магистрант Черников К.А.

подпись

(Ф.И.О.)

Руководитель диссертации Борисова Н.Г.

подпись

(Ф.И.О.)

Рецензент _____

подпись

(Ф.И.О.)

Алматы, 2014г.

Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Факультет Теплоэнергетический
Специальность 6М071700 – Теплоэнергетика
Кафедра «Тепловые энергетические установки»

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту _____ Черникову Кириллу Алексеевичу _____
(фамилия, имя, отчество)

Тема диссертации «Моделирование прямоточных распылительных аппаратов применяемых на ТЭС»

утверждена Ученым советом университета № _____ от «___» _____
во изменение приказа № _____ от «___» _____

Срок сдачи законченной диссертации «___» _____

Цель: Исследования исследование распылительных аппаратов ТЭС путем математического моделирования.

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов или краткое содержание магистерской диссертации:

Основными задачами исследования являются : _____

- 1) Анализ схем, конструкций основного и вспомогательного оборудования ТЭС, в частности АлЭС ТЭЦ-3, в которых важным элементом является распылительное устройство
- 2) Рассмотрение физического и математического описания распылительных устройств
- 3) использование моделей распылительных устройств при проведении вычислительного эксперимента
- 4) Выбор оптимальных параметров для расчета распылительных аппаратов
- 5) Выделение параметров присущих форсункам различного типа
- 6) Рассмотрение путей повышения эффективности применения распылительных аппаратов, используемых на ТЭС

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей) _____

Рекомендуемая основная литература

1. Гаустов В.С. Прямоточные распылительные аппараты в теплоэнергетике – М.: Энергоатомиздат, 1989.–240 с.: ил. 2. Адамов В.А. Сжигание мазута в топках котлов–Л.: Недра, 1989.–304 с.: ил. 3. Спейшер В.А., Горбенко А.Д. Повышение использования газа и мазута в энергетических установках – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоиздат, 1982. – 240 с.

Г Р А Ф И К
подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание

Дата выдачи задания _____

Заведующий кафедрой _____ (_____ Кибарин А.А. _____)
(подпись) (Ф.И.О.)

Руководитель диссертации _____ (_____ Борисова Н.Г. _____)
(подпись) (Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению
магистрант _____ (_____ Черников К.А. _____)
(подпись) (Ф.И.О.)

Содержание

Введение.....	3
Библиография.....	5
Глава1 Прямоточные распылительные аппараты.....	6
1.1 Общая характеристика прямоточных распылительных аппаратов.....	6
1.2 Применение распылительных аппаратов на ТЭС.....	8
1.3 Эксплуатация распылительных аппаратов.....	9
Глава 2 Общая характеристика использования распылительных аппаратов.....	13
2.1 Краткая характеристика схемы и оборудования станции.....	13
2.1.1 Котельный цех.....	14
2.1.2 Распылительные аппараты, используемые в котельных агрегатах....	15
2.1.3 Распылительных аппараты, используемые в установках для охлаждения и очистки дымовых газов (скрубберах).....	17
2.2 Турбинный цех.....	19
2.2.1 Охладительные установки циркуляционной воды – градирни.....	19
2.2.2 Распылительные аппараты, используемые в градирнях.....	19
2.3 Химический цех.....	23
2.3.1 Распылительные аппараты, используемые в деаэраторах.....	24
2.3.2 Типы испарителей и их конструкции.....	28
Глава 3 Моделирование и методики расчетов распылительных аппаратов различной конструкции.....	32
3.1 Методика расчета аппаратов со вторым закрытым контуром.....	32
3.2 Основные параметры, влияющие на производительность форсунок применяемых для распыления мазута.....	37
3.2.1 Пример расчета центробежной механической форсунки... ..	38
3.2.2 Основные физические свойства мазутов.....	43
3.2.3 Влияние геометрических параметров форсунок на расход мазута.....	46
Заключение.....	48
Список использованной литературы.....	49
Приложение А.....	50
Приложение Б.....	55

Аннотация

Для повышения эффективности распылительных аппаратов, используемых на ТЭС, проведено исследование путем математического моделирования. Освещен вопрос масштабности применения аппаратов на примере АлЭС ТЭЦ-3. На основании физического и математического описания моделей произведен расчет аппаратов. Выполнен сравнительный анализ результатов вычислительного эксперимента с целью установления параметров, влияющих на производительность.

Введение

В настоящее время для Казахстана актуальным остается вопрос о повышении эффективности применения традиционных энергетических ресурсов, а также переход к использованию альтернативных возобновляемых ресурсов. Энергетические ресурсы используются в основном для выработки электрической энергии путем сжигания топлива в топках котлов на ТЭЦ.

На ТЭЦ распылительные аппараты являются неотъемлемой частью деаэраторов, декарбонизаторов, конденсаторов пара, аппаратов для охлаждения и очистки дымовых газов, охладителей оборотной воды, котла и т.д. поэтому исследование этого элемента, в целях повышения производительности станции в целом, важно и актуально.

В настоящее время производительность ТЭЦ может быть значительно повышена, путем применения распылительных аппаратов повышенной эффективности.

Цель работы – исследование распылительных аппаратов ТЭС путем математического моделирования.

Задачи работы:

- анализ схем, конструкций основного и вспомогательного оборудования ТЭС, в частности АлЭС ТЭЦ-3, в которых важным элементом является распылительное устройство;

- рассмотрение физического и математического описания распылительных устройств;

- использование моделей распылительных устройств при проведении вычислительного эксперимента;

- выбор оптимальных параметров для расчета распылительных аппаратов;

- выделение параметров присущих форсункам различного типа;

- рассмотрение путей повышения эффективности применения распылительных аппаратов, используемых на ТЭС.

Глава1 Прямоточные распылительные аппараты

1.1 Общая характеристика прямоточных распылительных аппаратов

Целый ряд технологических процессов в теплоэнергетике осуществляется при непосредственном контакте взаимодействующих фаз. К ним относятся, прежде всего, тепло-массообменные процессы подготовки воды для подпитки котлов и тепловых сетей: декарбонизация, деаэрация, охлаждение выпара, испарительное охлаждение оборотной воды, подогрев воды в системах регенерации паротурбинных установок, утилизация теплоты дымовых газов и т.д. Общим для всех этих процессов является применение распылительных аппаратов.

Существуют различные способы распыления жидкостей, обуславливающие тип распылительного аппарата [1].

Гидравлическое распыление. Основным энергетическим фактором, приводящим к распаду жидкостей на капли, является давление нагнетания. Проходя через распыливающее устройство, жидкостной поток, во-первых, приобретает довольно высокую скорость и, во-вторых, преобразуется в форму, способствующую быстрому и эффективному распаду. Гидравлическое распыление самое экономичное по потреблению энергии (2-4 кВт на диспергирование 1 т жидкости), однако создаваемый при этом распыл – довольно грубый и неоднородный, затруднены регулирование расхода при заданном количестве дробления, а также распыливание высоковязких жидкостей. В то же время этот способ наиболее широко распространен вследствие сравнительной его простоты.

Механическое распыливание. При этом способе жидкость получает энергию вследствие трения о быстровращающийся рабочий элемент. Приобретая вместе с рабочим элементом вращательное движение, она под действием центробежных сил срывается с распылителя без существенного изменения дисперсности. Недостатками является то, что вращающиеся распылители дороги, сложны в изготовлении и эксплуатации, энергоемки (15 кВт на диспергирование 1 т жидкости) и, кроме того, обладают вентиляционным эффектом. Механическое распыливание используют главным образом для дробления вязких жидкостей и суспензий.

Пневматическое распыление. При таком способе диспергирования энергия подводится к жидкости главным образом в результате динамического взаимодействия ее с высокоскоростным потоком газа (распыливающего агента). Благодаря большой относительной скорости потоков в распылителе или за его пределами жидкость сначала расслаивается на отдельные нити, которые затем распадаются на капли. К достоинствам пневматического способа относятся небольшая (в то время как при гидравлическом способе она существенна) зависимость качества распыливания от расхода жидкости,

надежность в эксплуатации, возможность распыливания высоковязких жидкостей. Недостатками является повышенный расход энергии на распыливание (50-60 кВт на 1 т жидкости), необходимость в распыливающем агенте и в оборудовании для его подачи.

Акустическое распыливание. Акустическое распыливание во многом схоже с пневматическим - жидкость получает энергию при взаимодействии с потоком газа. Однако при этом, в отличие от пневматического распыливания, газу сообщаются колебания ультразвуковой частоты, что при прочих равных условиях обеспечивает более тонкое и однородное дробление. Этот способ распыливания более экономичен и перспективен, чем пневматическое диспергирование, однако конструкции акустических распылителей несколько сложнее, чем пневматических.

Электростатическое распыливание. По этому способу жидкость еще до ее истечения или в момент истечения сообщают электростатический заряд. Под действием кулоновских сил струя (пленка) жидкости распадается на капли таких размеров, при которых силы взаимного отталкивания капель уравниваются силами поверхностного натяжения. Возможен и другой вариант, когда жидкость подают в область сильного электростатического поля, под действием которого на поверхности жидкости происходит некоторое распределение давления. Это вызывает деформацию струй и распад ее на капли. Недостатками электростатического распыливания являются необходимость в дорогостоящем оборудовании, его высокая энергоемкость, малая производительность и сложность обслуживания. Этот метод находит применение в некоторых распылительных сушилках и при окраске методом распыливания.

Ультразвуковое распыливание. Жидкость подается на колеблющийся с ультразвуковой частотой элемент пьезоэлектрического или магнитострикционного генератора и срывается с него в виде мелких капель. Недостатками пьезоэлектрических и магнитострикционных распылителей являются малая производительность (от 0,5 до 6 кг/ч) и необходимость сложного дорогостоящего оборудования.

Пульсационное распыливание. Отличительная особенность данного способа – наложение пульсаций давления или расхода (чаще – и того и другого) на поток распыливаемой жидкости. Возникающие при этом дополнительные колебания жидкостной пленки (или струи) способствуют увеличению поверхностной энергии, быстрой потере устойчивости потока и, как следствие более тонкому диспергированию. Пульсационное распыливание может сочетаться с любым из рассмотренных выше способов. При этом к преимуществам того или иного способа добавляется еще одно: повышение качества и однородности дробления, происходящее в ряде случаев без

увеличения энергозатрат и при незначительном усложнении конструкции распылителей.

Распыливание с предварительным газонасыщением. По этому способу жидкость перед подачей в распылитель или непосредственно в самом распылителе насыщают газом. Распределенный в жидкости в виде пузырьков газ сжимается до ее давления и частично растворяется, при этом возрастает и поверхностная энергия потока. Возрастание энергии, а также быстрое расширение пузырьков и десорбция газа при истечении жидкости из распылителя приводит к ее распаду на более мелкие, чем в условиях обычного гидравлического распыливания, капли.

Электрогидравлическое распыливание. По этому способу потоку жидкости сообщается дополнительная энергия за счет высоковольтного электрического разряда (пробоя жидкости) в полости распылителя. В образующемся плазменном шнуре наблюдается скачок температуры до нескольких тысяч градусов и скачок давления до нескольких тысяч атмосфер. Происходит выброс высокоскоростного потока капель, которые догоняют и дополнительно дробят частицы покинувшие распылитель в период между импульсами. Кроме того сопровождающие разряд эффекты (ударная волна, кавитация) длятся практически весь промежуток времени между импульсами и также приводят к дроблению жидкости, покидающей распылитель за это время.

Комбинированные методы распыливания. Сочетание нескольких перечисленных выше способов распыливания позволяет получить такие характеристики распыла, которые невозможно обеспечить применением каждого из них в отдельности например, сочетание пневматического и гидравлического методов (пневно-гидравлическое распыливание) позволяет получить распыл с дисперсными характеристиками, не уступающими полученным при пневматическом распыливании, но при значительно меньших затратах энергии. Любой из упомянутых способов распыливания может оказаться наиболее экономичным для конкретных условий производства и требований к качеству и дисперсности готового продукта.

1.2 Применение распылительных аппаратов на ТЭС

На ТЭС распылительные аппараты являются неотъемлемой частью деаэраторов, декарбонизаторов, конденсаторов пара, аппаратов для охлаждения и очистки дымовых газов, охладителей оборотной воды, котла и т.д. Во всех перечисленных аппаратах имеют место тепломассообменные процессы, которые протекают при непосредственном контакте взаимодействующих фаз, протекающем тем лучше, чем больше их контактная площадь, определяемая качеством распыления теплоносителя. Все вышеперечисленное обуславливает важность исследования распылительных аппаратов.

Распылительные аппараты применяются в деаэраторах. Пар в деаэраторе подается во внешний коллектор, а сепаратор выполнен выносным, зона контакта установлена непосредственно на нем. Деаэрируемая вода распыливается на капли равномерно заполняющий весь объем контактной зоны с помощью форсунок, установленных на системе коллекторов. В вакуумном деаэраторе горизонтального типа холодная вода поступает в водяную камеру и распыливается в контактной зоне. Перегретая вода поступает в боковые камеры и вскипает. Выделившийся пар через отверстия в распределительной доске, в которые пропущены форсунки, эжектируется в полость факелов. Выпар через сепарационную трубу (или несколько труб) отсасывается в вакуумную линию [1].

В градирне нагретая вода, предназначенная для охлаждения, подается по подводящему трубопроводу на высоту около 7 метров, где по системе трубопроводов равномерно распределяется и разбрызгивается разбрызгивающими соплами по оросителю. Под действием силы тяжести вода стекает по оросительной насадке в водосборный бассейн. Воздух в градирню поступает через воздухоходные окна, расположенные в нижней части градирни. Вынужденная тяга воздуха создается вентилятором [1].

В топках котлов средней и малой мощности применяются паромеханические форсунки, обеспечивающие высокое качество распыла мазута во всем диапазоне нагрузок. Мазут подводится в кольцевой канал топливного завихрителя. Двигаясь по тангенциальным каналам, мазут приобретает вращательно – поступательное движение. Закрученная струя топлива под действием центробежных сил прижимается к стенкам завихрительной камеры. Срываясь с кромки сопла, пленка мазута дробится на множество мельчайших капель. В диапазоне нагрузок горелки от 70 до 100% достаточно механического распыливания [4].

Более подробно использование распылительных аппаратов на ТЭЦ рассмотрено во второй главе диссертации.

1.3 Эксплуатация распылительных аппаратов [1]

Предотвращение уноса капель. Для предотвращения уноса капель используются различного рода сепарационные устройства. Капле(брызго)отделители по конструкции и методам расчета ничем не отличаются от традиционных сухих пылеулавливающих устройств. Простейшими являются гравитационные сепараторы, в которых отделение капель происходит только под воздействием силы тяжести. Они весьма громоздки, что объясняется малой скоростью осаждения. Инерционная сепарация, основанная на резком изменении направления движения газа, реализуется с помощью различных типов жалюзей, насадок и т.п. Оптимальная скорость газа в таких сепараторах лежит в пределах 3-5 м/с, а их гидравлическое сопротивление составляет 50-500 Па. Центробежная сепарация получила наибольшее распространение в газозежектионных и газожидкостных аппаратах, потому что, во-первых, в них образуется много мелких капель,

требующих наибольших удельных сил воздействия и, во-вторых, имеется внешнее тягодувное устройство, способное преодолеть существенное гидравлическое сопротивление сепаратора. Простейшим является коленный каплеуловитель, гидравлическое сопротивление которого колеблется от 50 (при $v_r = 8$ м/с) до 1500 Па (при $v_r = 18$ м/с) и при $m \leq 1,1 \cdot 10^{-3}$ м³/м³ практически не зависит от удельного орошения. За трубами Вентури обычно устанавливают циклонные каплеуловители, скорость газа v_r (приведенная к сечению диаметра D) в которых составляет 4,5-5,5 м/с, а гидравлическое сопротивление рассчитывается по известной формуле

$$\Delta p = \xi \frac{\rho_r v_r^2}{2},$$

где ξ зависит от типа циклона и для большинства из них лежит в пределах 100-220 (для некоторых типов циклонов ξ достигает 2000). Высоту циклона рекомендуется принимать равной $1,5 D$, скорость газа в сечении входного патрубка 25 м/с, отношение диаметров выходного и входного патрубков 1,3 остальные параметры можно найти по рисунку. Цилиндрические и конические ловушки относятся к центробежным каплеуловителям, встраиваемым в основной аппарат. Оптимальная скорость газов в свободном сечении цилиндрической ловушки 5 м/с, а конической 12-18 м/с. Их размеры можно определить из приведенных в таблице соотношений, а гидравлическое сопротивление – по приведенной выше формуле, учитывая, что ξ составляет около 5. Скорость истечения жидкости в сливных патрубках принимается равной 0,2 м/с.

Создание разряжения. Необходимым условием работы вакуумных деаэраторов, эксплуатирующийся как в режиме с подачей горячей воды – теплоносителя так и в режиме перегретой воды является поддержание в них требуемого разряжения. Глубина вакуума должна быть ниже давления соответствующего температуре кипения нагретой воды. Для создания и поддержания вакуума могут использоваться вакуум-насосы. Опыт эксплуатации вакуумных деаэраторов показал, что наиболее удобными устройствами вакуумирования являются водоструйные эжекторы. И хотя их КПД невелик простота конструкции и эксплуатации а также высокая надежность полностью окупают этот недостаток.

Материалы и ремонт. Корпус всех рассмотренных аппаратов можно изготавливать из обычных низкосортных сталей. Внешняя сторона теплоиспользующих аппаратов должна покрываться слоем теплоизоляции, а внутренняя сторона всех аппаратов – антикоррозионным покрытием. В качестве последних обычно используются различного рода грунты, эмали и т.п. Блок форсунок является основным элементом распылительных аппаратов и должен изготавливаться из материалов, не подверженных коррозии. Предфорсуночные патрубки целесообразно выполнять из нержавеющей стали, а форсунки при работе на горячих средах – из нержавеющей стали, бронзы, латуни, сплавов алюминия (вкладыш можно изготавливать из пластмасс). Для

охладителей воды и декарбонизаторов наиболее предпочтительными для форсунок являются полимерные материалы: капрон, капралон, фторопласт и т.п. Так как большинство указанных пластмасс гидрофобны, отложения солей на их поверхности не происходит. Планово-предупредительный ремонт распылительных аппаратов заключается в замене установленных форсунок форсунками из обменного фонда, что обычно занимает не более 2-3 ч. Снятые форсунки после чистки хранятся в качестве обменного фонда. Для удобства и быстроты замены форсунок в конструкции закрытых аппаратов (деаэраторов, охладителей выпара и т.п.) должны предусматриваться лючки с легкоъемными крышками. Опыт эксплуатации распылительных аппаратов показал, что при выполнении указанных выше рекомендаций они могут работать без капитального ремонта 10-15 лет.

Текущая эксплуатация. Для всех аппаратов следует обеспечить контроль давления воды перед форсунками; расхода обрабатываемой воды; расхода греющей среды в деаэраторах, подогревателях и т.п.; температуры обрабатываемой воды на входе в аппарат и выходе из него; температуры газовой (паровой) среды на входе и выходе; концентрации в обработанной воде десорбируемых газов.

Перед включением аппарата в работу после монтажа и после каждого длительного останова необходимо:

снять форсунки и в течении 10-15 минут промыть систему (в обвязке аппарата должен предусматриваться сброс в канализацию);

установить форсунки, открыть задвижку на подаче воды и установить заданное давление.

В процессе работы следует:

Один раз в смену контролировать показание манометров на линии обрабатываемой воды; самопроизвольный рост давления свидетельствует о засорении форсунок; в открытых аппаратах также один раз в смену осуществлять визуальный контроль состояния форсунок; при их засорении аппарат (секцию или ступень) отключить и засоренные форсунки заменить форсунками из обменного фонда; один раз в смену контролировать основные параметры аппарата (для деаэраторов и декарбонизаторов – концентрацию в обработанной воде десорбируемых компонентов; для охладителей воды – ее температуру до и после аппарата и т.д.); контролировать показания всех остальных приборов (расходомеров, термометров, манометров) один раз в сутки.

При каждом длительном останове аппарата следует:

Провести внутренний осмотр состояния аппарата и устранить выявленные повреждения элементов конструкции и антикоррозионного покрытия; провести внешний осмотр аппарата и ревизию запорной арматуры, восстановить поврежденную теплоизоляцию; снять форсунки, осмотреть и прочистить; устанавливая их следует перед пуском аппарата после промывки системы.

На каждый аппарат (или группы однотипных аппаратов) следует завести журнал, где должны отмечаться все замечания, ремонты и реконструкция.

Глава 2 Общая характеристика использования распылительных аппаратов на АлЭС-ТЭЦ-3

2.1 Краткая характеристика схемы и оборудования станции

В качестве основного топлива на ТЭЦ-3 используется угли Экибастузкого и Карагандинского месторождений, в качестве растопочного топлива - мазут.

На ТЭЦ-3 имеется топливное хозяйство твердого и жидкого топлива. Уголь и мазут доставляются по железной дороге. Вагоны с углем подаются локомотивом по восемь штук, топливо взвешивается на вагонных весах, и вагоны ставятся в разгруз-сарай. Уголь разгружается вручную грузчиками департамента разгрузки топлива. Грузчики открывают люка и уголь через решётку высыпается в щелевой бункер. Куски угля имеющие размеры больше сечения решётки и не просыпавшиеся, дробятся дробильно-фрезерными машинами (ДФМ). Уголь, ленточными конвейерами №1и №5 отправляется на склад угля, ёмкостью 100 тыс. тонн.

По мере необходимости уголь со склада угля, бульдозерами сталкивается обратно в щелевой бункер. По ленточным конвейерам №1и №2 уголь транспортируется в дробильный корпус, рассекается при помощи решётки (30-70 мм) на два потока. Один поток угля пройдя через решётку направляется на ленточный конвейер №3, а второй направляется в дробилку СМ-170 Б, где уголь дробится до необходимой фракции и соединяется с первым потоком перед ленточный конвейером №3. Далее уголь поднимаясь по ленточному конвейеру №3, взвешивается на ленточных весах, проходит через улавливатель металла и перегружается на транспортер №4. Уголь, перемещаемый лентой транспортера №4, отсекается установленными на транспортере отсекателями угля и складировается в бункерах сырого угля, установленных по два на каждом котле.

Система пылеприготовления топлива ТЭЦ индивидуальная для каждого котла, замкнутая, с промежуточным пылевым бункером, с двумя шаровыми барабанными мельницами на каждый котел.

В качестве растопочного топлива и в аварийных случаях используется мазут марки М-100 и редко М-60,М-40.

Угольная пыль подается в топку по восьми пылепроводам на четыре блока щелевых горелок (по две в блоке) расположенных по углам топки и направленных по касательной к окружности один метр.

Тепловая энергия сгоревшего топлива передается питательной воде заполняющей контура экранов топки. Образовавшаяся пароводяная смесь по коллекторам собирается в барабане котла, сепарируется на внутри барабанных циклонах и направляется в пароперегреватель. Где параметры пара доводятся до номинальных $P_{п/п}=100 \text{ кгс/см}^2$, $t=540 \text{ }^\circ\text{C}$, при расходе не более 160 т/ч.

Перегретый пар по паропроводам высокого давления подается через систему клапанного регулирования на турбину. Кинетическая энергия перегретого пара передается лопаткам ступеней давления, далее преобразуемая

в момент вращения ротора турбины. Момент вращения ротора турбины соединенного с ротором генератора преобразуется в электрическую энергию переменного тока напряжением 6300 В, частотой 50 Гц.

Частично отработавший пар с параметрами $P=1,5 \text{ кгс/см}^2$ $t=150-170 \text{ }^\circ\text{C}$ через теплофикационный отбор направляется на теплофикационную установку. Теплофикационная установка состоит из основных и пиковых бойлеров, сетевых насосов и системы теплофикационных трубопроводов. Тепло с паром в бойлерах передается сетевой воде для отопления и горячего водоснабжения поселка и ТПХ.

Отработавший пар расширяется в конденсаторе, образовавшийся конденсат подогревается в системе регенерации. Используя пар 4,5,6,7,8 отборов, конденсат подогревается в подогревателях низкого давления (ПНД) затем аэрируется в деаэраторах 6 ата, после этого отборами 1,2,3 подогревается в подогревателях высокого давления (ПВД) и питательными электронасосами подается в водяной объем барабана.

Система охлаждения оборудования и конденсаторов выполнена по оборотной схеме с вентиляторными градирнями, и циркуляционными насосами.

Исходной водой для технологических целей ТЭЦ-3 служит вода, из 12 артезианских скважин. Вода для подпитки паровых котлов и теплосети готовится в цехе химводоочистки. Химводоочистка подпитки котлов работает по схеме полного двухступенчатого химобессоливания, ее проектная производительность – $45 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Химводоочистка подпитки теплосети работает по схеме прямого подкисления с последующей декарбонизацией, ее проектная производительность – $250 \text{ м}^3/\text{ч}$.

В составе ТЭЦ -3 имеются пять основных цехов:

Топливо-транспортный цех (ТТЦ);

Котельный цех (КЦ);

Турбинный цех (ТЦ);

Электрический цех (ЭЦ);

Цех тепловой автоматики и измерения (ЦТАИ)

и один вспомогательный химический цех.

2.1.1 Котельный цех

Состав оборудования:

Котлоагрегат типа БКЗ – 160 – 100 – 6 шт.;

Мазутные баки по 250 тн – 3 шт.;

Мазутные баки по 1000 тн – 3 шт.;

Мазутонасосная №1 и №2, багерная насосная, насосные НОВ -1, НОВ-2, НОВ-3;

Дымовая труба №1, №2;

Золоотвал секция №1-5.

Состояние оборудования удовлетворительное.

Котел БКЗ-160-100ф Барнаульского котельного завода, барабанного типа с пылеугольной топкой с сухим шлакоудалением, имеет расчетную паропроизводительность 160 т/ч, при давлении 9.8Мпа и температуре перегретого пара 540 °С. Тепловая производительность по пару $Q_{к.а}= 119,5$ МВт (97,8 Гкал/ч), тепловая мощность топки $N_T=124,4$ МВт (107,0 Гкал/ч).

Котел рассчитан на сжигание каменных углей Кузнецкого и Карагандинского месторождений, а после реконструкции конвективной шахты, пересчитан на сжигание каменного угля Экибастузского месторождения.

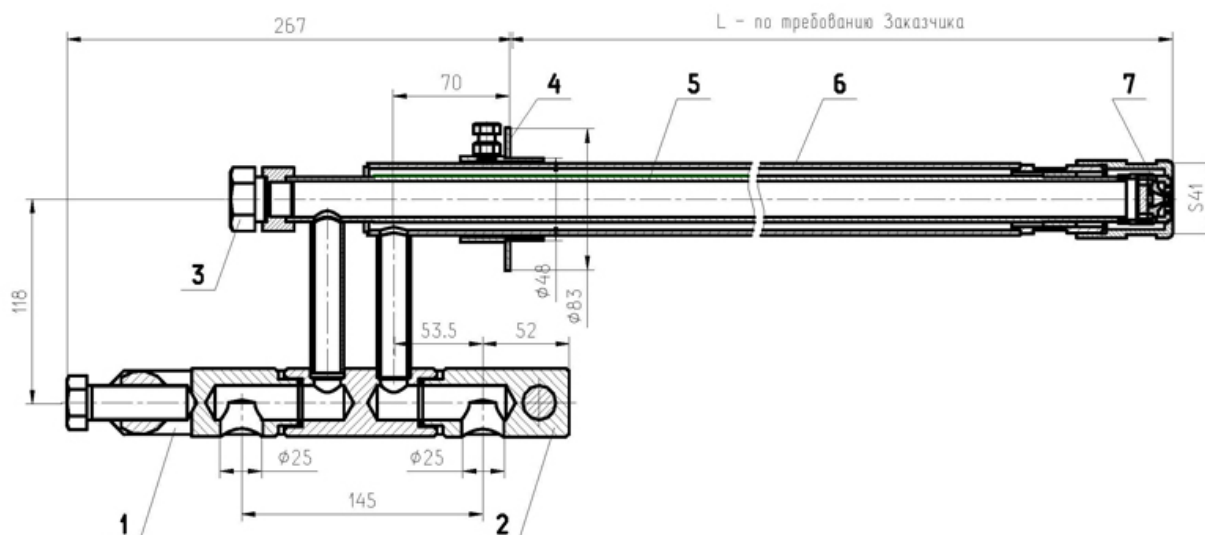
2.1.2 Распылительные аппараты, используемые в котельных агрегатах

Для котлов типа БКЗ используются мазутные форсунки парового распыливания, примером такой форсунки может служить форсунка типа ПМФ-А предназначенных для распыливания и сжигания жидкого топлива в котлоагрегатах, печах и сушильных установках. Для распыливания жидкого топлива требуется подвод пара или сжатого воздуха.

Механические форсунки.

Перед топливными завихрителями устанавливаются распределительные шайбы с отверстиями и кольцевой и кольцевой проточкой для равномерной раздачи топлива по тангенциальным каналам камеры завихривания. В механических форсунках, в которых сопло и камера завихривания выполнены одной деталью, распылитель состоит из двух элементов: топливного завихрителя и распределительной шайбы, прижатых к топливопроводу накидной гайкой головки форсунки. Механические нормализованные форсунки выпускаются с пропускной способностью 750–9000 кг/ч при давлении топлива 3,5 МПа. Механические форсунки предназначены в основном для котлов малой и средней мощности, вязкость для них не должна превышать 3–4⁰ ВУ. Диапазон регулирования механических форсунок по производительности составляет 70–10% при давлении топлива 2,0 МПа и 55–100% при давлении топлива 3,5 МПа. Форсунки механического распыливания предназначены в основном для котлов, работающих в базовом режиме. При снижении производительности ниже допустимой регулирование осуществляют отключением ряда горелок, т.е. производят количественное регулирование [2].

В котлах большей мощности нашли применение регулируемые механические форсунки: двухконтурная с обратным сливом с обратным сливом и двухступенчатая форсунка.



1 – узел подачи топлива, 2 – узел подачи пара, 3 – заглушка, 4 – установочный фланец, 5 – ствол жидкого топлива, 6 – ствол пара, 7 – распылитель.

Рисунок 1 - Эскиз форсунки паромеханической ПМФ-А

Паромеханические и пневмомеханические форсунки.

В паромеханических и пневмомеханических форсунках за топливным завихрителем, с внешней стороны форсунки, устанавливается воздушный завихритель. На нагрузках 100–70% пар (воздух) не подается в форсунку, и она работает как простая механическая. На нагрузках ниже 70% для вторичного дробления капель (пленки) топлива в паровой или воздушный завихритель подается распыливающий агент с постоянным давлением, не зависящим от нагрузки.

Для паро и пневмомеханических форсунок удельный расход распыливающего агента составляет 0,02–0,06 кг/кг. Чем больше расход распыливающего агента и выше его энергия, чем больше должно быть давление топлива, чтобы его кинетическая энергия оказывала влияние на качество распыливания.

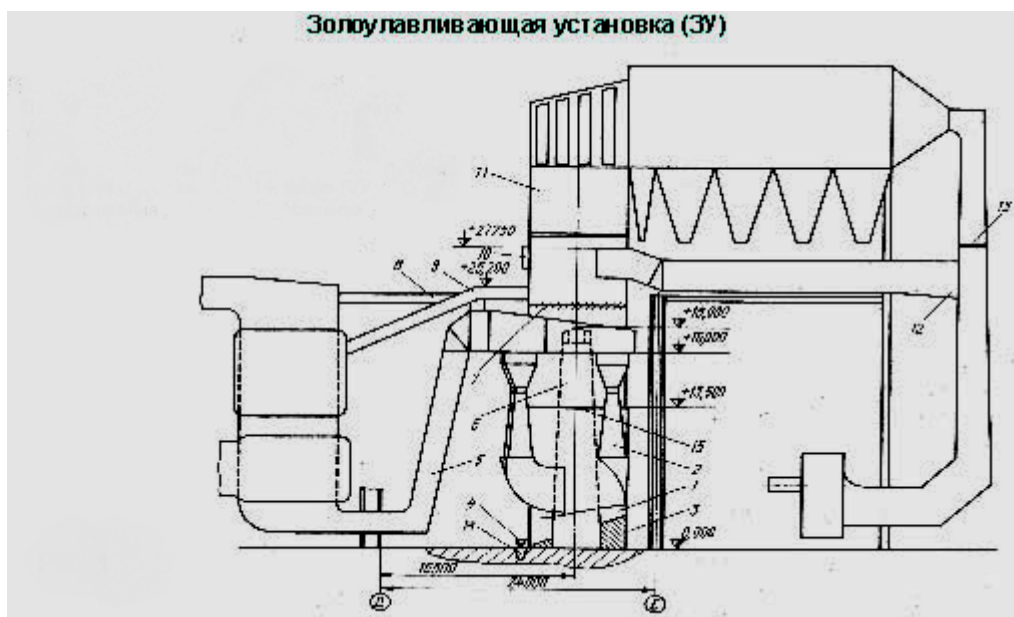
Паровые и пневматические форсунки.

В паровых и пневматических форсунках дробление топлива осуществляется за счет кинетической энергии пара или воздуха. Основными показателями работы являются качество дробления и расход распыливающего агента на распыливание 1 кг топлива. Взаимодействие потоков топлива и распыливающего агента в форсунках этого типа осуществляется как внутри форсунки, так и вне ее. Эффективность работы форсунок зависит от поверхности соприкосновения взаимодействующих потоков. Чем больше поверхность соприкосновения, тем эффективней работа форсунок (выше качество дробления, ниже удельный расход распыливающего агента).

Ротационные форсунки.

В ротационных форсунках дробление и подача топлива в топку осуществляется вращающимися элементами. Наиболее распространенными являются ротационные форсунки с вращающимся стаканом. Наружный диаметр стакана обычно имеет размеры 70–90 мм. Внутренняя полость выполняется с расширением под углом 5–6° со срезом на конце к наружной образующей под углом 30°. Стакан прикрепляется к валу и вращается электродвигателем или турбиной с частотой вращения (4–5) 10³ об/мин. Топливо подается либо через либо через полый вал, либо через топливопровод внутри вала к насадкам, откуда в свою очередь на стенку стакана. Преимуществами ротационных форсунок являются отсутствие сопел как дозирующих элементов, насосов высокого давления и фильтров тонкой очистки. Ими можно эффективно распыливать топливо с вязкостью до 15⁰ ВУ. Необходимое давление топлива равно сопротивлению топливопровода. Ротационные форсунки целесообразней применять в маломощных установках, так как центробежные форсунки в них работают ненадежно.[2]

2.1.3 Распылительных аппараты, используемые в установках для охлаждения и очистки дымовых газов (скрубберах)



1 – скруббер, 2 – трубы Вентури, 3 – днище, 4 – гидрозатвор, 5 – подводящие газоходы, 6 – аксиальная вставка, 7 – пояс орошения, 8 – газоход, 9 – горячий воздух, 10 – газоход, 11 – заглушка, 12 – отводящий газоход, 13 – канал ГЗУ, 15 – усиление.

Рисунок 2 – Золоулавливающая установка [1]

Охлаждение и очистка дымовых газов в аппаратах мокрого типа имеет ту особенность, что, во-первых, минимальным количеством жидкости обрабатывается по возможности большее количество газа (охлаждение с утилизацией теплоты, абсорбцию вредных компонентов, улавливание пыли) осуществлять комплексно. Очевидно, что при такой постановке задачи необходимо и совершенно новое комплексное оборудование. В-третьих, дымовые газы на обработку или в дымовую трубу направляются

принудительно, т.е. целесообразно использовать газожидкостные и газожеткционные аппараты. Последние, выполненные в виде расходомерной трубы Вентури, нашли наиболее широкое применение, что объясняется их высокой эффективностью, компактностью и простотой [1].

Все разнообразие конструкций скрубберов Вентури по способу ввода жидкостей можно разделить на четыре группы: с центральным форсуночным подводом, с периферийным орошением, с пленочным орошением и с самозахватом жидкости. По конфигурации поперечного сечения они подразделяются на круглые, щелевые (плоские) и кольцевые. По компоновке трубы-газопромывателя с сепаратором они подразделяются на аппараты с вертикальной установкой трубы и сепаратора, с тангенциальным вводом в сепаратор капельно-газовой смеси и горизонтальной (наклонной) установкой трубы, с устройством для ввода газов турбинного типа [1].

Иногда при больших объемах очищаемых газов применяют батарейные или групповые компоновки скрубберов Вентури. Все известные скрубберы Вентури преследуют одну или несколько целей: уменьшение энергетических затрат (с эллиптическими обтекателями, с устройствами распыливания промывной жидкости и т.д.); улучшение сепарации капель (с устройствами закрутки газо-жидкостной смеси в нижней части трубы-скруббера типа пантифокс); обеспечение регулирования (с регулируемым сечением горловины); повышение эффективности газоочистки и др.

Следует отметить, что все указанные выше аппараты Вентури отличаются сравнительно высоким гидравлическим сопротивлением. Как уже говорилось, лишены этого недостатка аппараты газо-жидкостные (жидкостно-газовые), что делает их использование особенно перспективным.

При работе с загрязненной водой, например при циркуляционном ее использовании, могут применяться скрубберы с комбинированным орошением. В этом случае на форсунку подается и, следовательно, нуждаются в фильтрации только часть промывной жидкости (около 30%), а основная ее масса направляется на устройство формирования жидкостно пленки, способное работать и при наличии механических примесей, например, шлама. Капельный поток (первичные капли) сформированные форсункой бомбардирует и разрушает пленку. При этом образуются вторичные капли, скорость которых в несколько раз меньше, чем первичных; взаимодействие первичных капель с пленкой вызывает целый ряд положительных явлений. Во-первых, образовавшиеся при разрушении пленки «медленные» капли имеют высокую скорость относительно газа и, следовательно, обладают повышенной промывной способностью. Во-вторых на пленке осаждаются самые мелкие капли и общий механический унос жидкости сокращается. В-третьих, полнее используется кинетическая энергия капель.

2.2 Турбинный цех

Состав оборудования:

1. Турбины Т-41-90 ст. №1,2,3 и К-50-90 ст. № 4 со вспомогательным оборудованием.
 2. Насосная II подъёма с пожарными баками.
 3. Насосная промводозабора с баками запаса воды.
 4. Насосная ТПХ с теплосетевыми насосами.
 5. 12 эксплуатационных скважин с глубинными насосами.
 6. Градирни ст. № 1-5.
 7. Кислородная станция.
 8. Участок УТиИС (фекальная насосная №1-2, насосная замазученых стоков, насосная осветлённой воды №1, отстойники).
 9. Теплосеть с бойлерами (4 шт) и деаэраторами 1,2 ата (3 шт).
- Состояние оборудования удовлетворительное (кроме градирен ст №1-4 состояние которых неудовлетворительное).

2.2.1 Охлаждающие установки циркуляционной воды – градирни

В качестве охладителя установлены пять десятисекционных градирен, с отсасывающими вентиляторами на каждой секции.

Тип	- пленочная
По ходу движения потоков	- противоточная
Высота	- 13,5 м
Площадь	- 700 м ²
Скорость воздуха при охлаждении	- 2,5-3 м/с
Вентиляторы с двигателями типа	- ВАСО-14-16-32
Число оборотов	- 178 об/мин
Мощность	- 30 кВт
Номинальный ток	- 98 А
Напряжение	- 380 В

Вентиляторная градирня состоит из трех основных частей:
 Оросительного устройства
 Водораспределительного устройства
 Водосборного бассейна

2.2.2 Распылительных аппараты, используемые в градирнях

Градирня предназначена для отвода в окружающую среду теплоты от различных производственных процессов, за счет испарения части проходящей через неё воды. Доля испаренной воды, обычно, не превышает 1% от общего объема циркулирующей.

Большинство используемых на сегодняшний день градирен, применяемых в системах оборотного водоснабжения старше 30, а то и 50 лет. Практически все эти установки морально и физически устарели. Необходимо отметить, что во многих старых проектах градирен, часто жертвовали эффективностью охлаждения в угоду низким капитальным затратам на саму

установку. Широко распространено мнение, что градирня в системе охлаждения является наименее важной частью, но это далеко не так.

В холодильной технике, при водяном охлаждении конденсатора холодильной машины, в градирне отводится вся теплота, которая отбирается от охлаждаемого объекта и тепловой эквивалент процесса сжатия холодильного агента в компрессоре. Соответственно результатом плохой работы градирни или её неправильным подбором может стать рост температуры конденсации и следовательно увеличение энерго и материальных затрат более чем в 2 раза. В технологических циклах, где охлажденная вода используется для получения конечного продукта, на пример процессы дистилляции спирта, неправильно подобранная или спроектированная градирня может снизить выход конечного продукта в 1,5 - 2 раза, не говоря о снижении качества. Особенно это заметно в летние месяцы, т.к. чем ниже температура охлажденной воды, тем больше выход и выше качество получаемого продукта.

Необходимо твердо усвоить, что маловероятно, что градирня окажется оптимальной или хотя бы обеспечивающей потребности конкретного производственного процесса. При проектировании и строительстве системы охлаждения не надо поддаваться искушению: сделать её. Следует четко понимать, что эксплуатационные расходы за время существования работоспособной системы (это, обычно 15-25 лет) во много раз превысят капитальные затраты на её создание [3].

По принципу движения воздуха в оросителе, градирни можно разделить на три основных типа:

1. Градирни открытого типа, воздух поступает путем продувки ее ветром.
2. Башенные градирни, воздух поступает в градирню путем естественной циркуляции, достигаемой за счет разности весов наружного воздуха и нагретого влажного воздуха внутри градирни.
3. Вентиляторные градирни, воздух поступает в градирню за счет создаваемой вентилятором искусственной тяги.

Охлаждение воды в градирнях происходит с ее поверхности путем отдачи тепла воздуху, проходящему через ороситель.

Создание поверхности охлаждения в градирнях осуществляется за счет разбрызгивания воды соплами, или с помощью оросительных устройств.

Гидравлика оросительных устройств. Гидравлика оросительных устройств включает вопросы, связанные с распределением охлаждаемой воды в оросительных устройствах и созданием 'необходимой поверхности охлаждения. Схема распределения воды по оросителю должна предусматривать отключение половины и отдельных его участков и в случае колебаний гидравлической нагрузки частичное или полное отключение центральной части оросителя для поддержания достаточной плотности орошения на периферийной части на входе холодного воздуха, что имеет особенно важное значение в зимний период в целях предотвращения обмерзания оросительного устройства.

Распределение воды в оросителе градирен осуществляется распределительными устройствами, состоящими из открытых лотков с

разбрызгивателями в виде гидравлических насадок и тарелочек, изготавливаемых из фарфора или пластмассы, или напорных труб с соплами.

Капельный ороситель. Капельный ороситель состоит из реек прямоугольного или треугольного сечения, располагаемых в определенном порядке, обеспечивающем их смачивание охлаждаемой водой и возможно меньшее аэродинамическое сопротивление проходящему воздуху. Капельный ороситель применяется при поперечном движении воздуха. При противоточном – рациональнее использовать рейки треугольного сечения, укладываемые ребром вниз [3].

Разбрызгивающая форсунка RTF 22 [7]

Разбрызгивающая форсунка является нераздельной частью системы распределения воды в градирне и обеспечивает равномерное распределение воды в охлаждающей системе. Форсунка с внутренним диаметром 22 мм предназначена для высокой гидравлической нагрузки. Простота её конструкции позволила упростить изготовление по сравнению с другими, в настоящее время применяемыми форсунками. В общем, форсунки можно разделить на две группы.

Разбрызгивающие форсунки для больших градирен.

Форсунка с внутренним диаметром 22 мм предназначена для высокой гидравлической нагрузки. Простота её конструкции позволила упростить изготовление по сравнению с другими, в настоящее время применяемыми форсунками. Применимый материал РР-М (Полипропилен - гомополимер) подходит для тепловой нагрузки от -20°С до +100 °С. Степень стойкости к горению по UL94 – IЕС60695-11-10. Оптимальное разбрызгивание с точки зрения орошения охлаждающего заполнителя достигается при давлении 1,1 - 1,2 м водяного столба.

Стандартный расход воды 10,5 м³/ч

Рабочее давление на форсунке 15 кПа

Внутренний диаметр форсунки 22 мм

Материал РР-М

Подключение к трубопроводу из ПВХ Ду 110



Рисунок 3 - Разбрызгивающая форсунка RTF 36 [7]

Разбрызгивающая форсунка является нераздельной частью системы распределения воды в градирне и обеспечивает равномерное распределение воды в охлаждающей системе. Форсунки изготовлены из материала, спецификация которого описана в документации отдельных типов.

Характеристики изделия отвечают основным требованиям по применению в градирнях. В условиях обычного применения форсунки являются безопасными и экологическими. В общем, форсунки можно разделить на две группы: Разбрызгивающие форсунки для малых градирен (микроградирни), разбрызгивающие форсунки для больших градирен. Форсунка с внутренним диаметром 36 мм предназначена для высокой гидравлической нагрузки. Простота её конструкции позволила упростить изготовление по сравнению с другими, в настоящее время применяемыми форсунками. Применимый материал РР-М (Полипропилен - гомополимер) подходит для тепловой нагрузки от -20°C до $+100^{\circ}\text{C}$. Степень стойкости к горению по UL94 – IEC60695-11-10. Оптимальное разбрызгивание с точки зрения орошения охлаждающего заполнителя достигается при давлении 1,1 - 1,2 м водяного столба.

Стандартный расход воды 27,5 м³/ч

Рабочее давление на форсунке 15 кПа

Внутренний диаметр форсунки 36 мм

Материал РР-М

Подключение к трубопроводу из ПВХ Ду 150



Рисунок 4 - Форсунка RTF 36 [7]

2.3 Химический цех

Состав оборудования:

механический фильтр - 1 шт.;

Н - катионитные фильтры - 6 шт

анионитные фильтры - 5 шт.;

декарбонизаторы - 4 шт.;

щелочное хозяйство;

кислотное хозяйство;

аммиачной хозяйство;

фосфатное хозяйство;

установка подачи хеламина;

бак обессоленной воды – 3 шт;

бак частично обессоленной воды – 1 шт;

бак подпитки теплосети – 2 шт;

бак регенерационных вод – 1 шт;

Химическая лаборатория (по топливу, по маслам, по воде, по газам и экспресс-лаборатория).

Состояние оборудования удовлетворительное

2.3.1 Распылительные аппараты, используемые в деаэраторах [6]

Деаэраторы служат для вывода растворённых в ней кислорода и углекислоты, а также для подогрева воды.

2. Деаэратор состоит из деаэраторной колонки и аккумуляторного бака. Деаэраторная колонка представляет собой вертикальный цилиндр, установленный на аккумуляторном баке.

В деаэраторной колонке одна над другой несколько дырчатых тарелок (противней), (сита).

В головке деаэратора 6 ата - восемь штук.

В головке деаэратора 1,2 ата - пять штук.

В верхнюю часть головки подводятся потоки воды, в нижней части – пар.

Чем ниже температура потока, тем выше этот поток подводится. Через сита вода проходит тонкими струйками и собирается в аккумуляторном баке.

Пар, идущий снизу вверх, нагревая воду постепенно, конденсируется, при этом происходит бурное выделение растворённых в воде газов.

Парогазовая смесь отводится из верхней части головки в охладитель или атмосферу, а деаэрированная вода собирается в аккумуляторном баке.

Деаэраторы, применяемые на ТЭЦ-3-это деаэраторы конденсата (6 ата) и сетевой воды (1,2 ата). Деаэраторы 6 ата служат для дегазации питательной воды котлов. Деаэраторы 1,2 ата служат для дегазации воды подпитки теплосети.

Т а б л и ц а 1 - Технические характеристики атмосферных деаэраторов

Тип деаэратора	6 ата	1,2 ата
Заводская марка	Дс-2	Дс-75
количество	4шт	3шт
Производительность головки	225 т/ч	75 т/ч
Емкость бака	72 м ³	50 м ³
давление	6 ата	1,2 ата

В комплект поставки деаэрационной установки входит (завод-изготовитель согласует с заказчиком комплектность поставки деаэрационной установки в каждом отдельном случае):

— деаэрационная колонка;

— регулирующий клапан на линии подвода химически очищенной воды в колонку для поддержания уровня воды в баке;

— регулирующий клапан на линии подвода пара для поддержания давления в деаэраторе;

— мановакуумметр;

— вентиль запорный;

— указатель уровня воды в баке;

— манометр;

— термометр;

— предохранительное устройство;

- охладитель выпара;
- вентиль запорный муфтовый;
- водосливная труба;
- техдокументация.

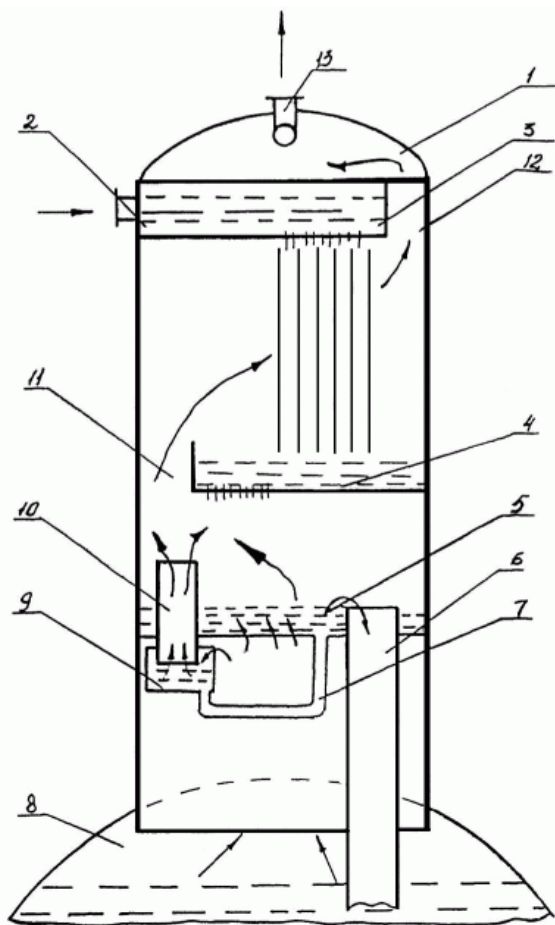


Рисунок 5- Принципиальная схема деаэрационной колонки атмосферного давления с барботажной ступенью.

Схема включения деаэрационной установки
 Схема включения атмосферных деаэраторов определяется проектной организацией в зависимости от условий назначения и возможностей объекта, на котором они устанавливаются. На рис.5 приведена рекомендуемая схема деаэрационной установки серии ДА.

Химически очищенная вода 1 через охладитель выпара 2 и регулирующий клапан 4 подается в деаэрационную колонку 6. Сюда же направляется поток основного конденсата 7 с температурой ниже рабочей температуры деаэратора. Деаэрационная колонка устанавливается у одного из торцов деаэрационного бака 9. Отвод деаэрированной воды 14 осуществляется из противоположного торца бака с целью обеспечения максимального времени выдержки воды в баке. Весь пар подводится по трубе 13 через регулирующий клапан давления 12 в торец бака, противоположный колонке, с целью обеспечения хорошей вентиляции парового объема от выделяющихся из воды

газов. Горячие конденсаты (чистые) подаются в деаэрационный бак по трубе 10. Отвод пара из установки осуществляется через охладитель пара 2 и трубы 3 или непосредственно в атмосферу по трубе 5.

Для защиты деаэрационного бака от аварийного повышения давления и уровня устанавливается самозаливающее комбинированное предохранительное устройство 8. Периодическая проверка качества деаэрированной воды на содержание кислорода и свободной углекислоты производится с помощью теплообменника для охлаждения проб воды 15.

Деаэраторы должны быть оборудованы:

Устройствами для автоматического регулирования питания паром и водой.

Водоуказательными стеклами по всей высоте аккумуляторного бака.

Сниженными указателями уровня.

Уровни в деаэрационных баках регистрируются регистрирующими приборами.

Изменение уровней выше и ниже допустимых, сопровождаются подачей на тепловой щит управления звуковой и световой сигнализацией. Установки срабатывания выставлены:

100мм – нижний допустимый уровень

200мм – верхний допустимый уровень

Уровень по приборам регистраторам, совпадает, с уровнями водоуказательных колонок на деаэраторе и означают:

200мм и 100мм – уровень воды от верхней кромки всасывающего патрубка питательного коллектора в баке аккумулятора до линии воды.

Сигнализацией нижнего и верхнего уровня воды в аккумуляторном баке;

Предохранительными клапанами, установленными на баках и регуляторами перелива для деаэрационных баков;

Деаэратор оснащен органами защиты: предохранительными клапанами рычажного типа. Количество предохранительных клапанов на каждом деаэраторе должны обеспечить максимальный пропуск из расчета, что в сосуде будет образовываться давление, превышающее рабочее более, чем на 15%, а для Д 1,2ата более, чем на 0,5ата. Периодическая проверка предохранительных клапанов производится один раз в 6 месяцев и после ремонта.

Отборниками проб с холодильниками;

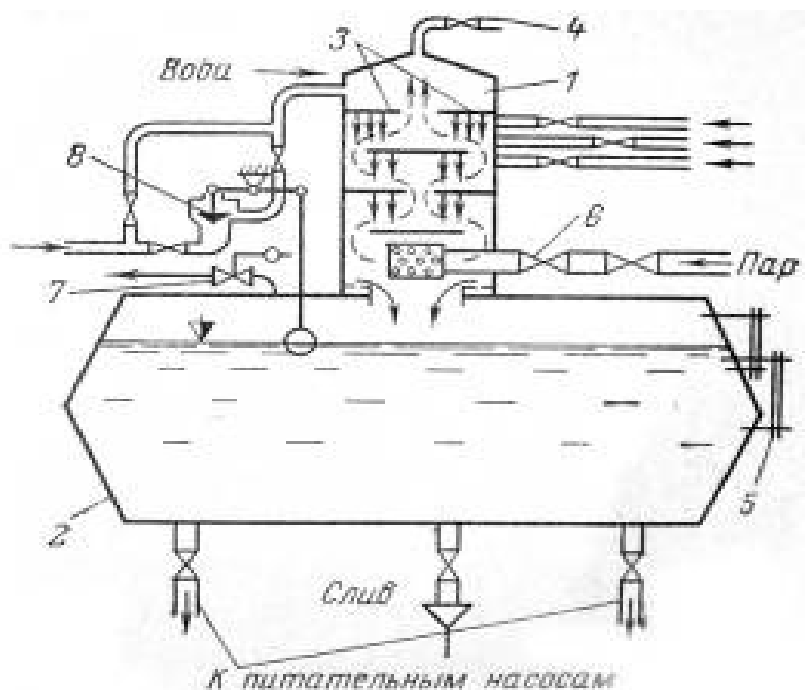
Трубопроводами с задвижками для опорожнения аккумуляторных баков;

6. Деаэраторы должны быть оборудованы следующими контрольно-измерительными приборами:

Манометрами для измерения давления в деаэрационной колонке;

Кислородомерами самопишущими;

Гильзами и термометрами на аккумуляторном баке.



1 - цилиндрическая колонка; 2 - резервуар; 3 - тарелки; 4 - штуцер; 5 - водоуказательное стекло; 6 - устройство автоматического регулирования подачи пара; 7 - предохранительный клапан; 8 - устройство автоматического регулирования подачи воды.

Рисунок 6 – Деаэратор ДС-75[1]

В производственной практике деаэрация воды осуществляется под вакуумом, при повышенном или атмосферном давлении. В деаэраторах повышенного давления и атмосферных в качестве греющей среды используется водяной пар, а в вакуумных деаэраторах, чаще всего – перегретая вода. Очень редко в последних используется пар, а иногда они работают в режиме перегретой воды, т.е. вся вода, поступающая на деаэрацию, нагревается выше температуры кипения, соответствующей давлению в деаэраторе. Таким образом, в зависимости от режима работы в деаэратор могут подаваться две среды, находящиеся в разном агрегатном состоянии – вода и пар, две среды находящиеся в одном агрегатном состоянии – деаэрируемая вода и перегретая вода, в аппарат может подаваться только одна среда – нагретая деаэрируемая вода. Аппараты в которых в качестве греющей среды может использоваться только пар, будем называть деаэраторами атмосферного и повышенного давления; аппараты, использующие в качестве греющей среды перегретую воду, будем называть вакуумными; аппараты, допускающие использование как пара, так и перегретой воды, но содержащие различные конструктивные элементы для их распределения - комбинированными деаэраторами; аппараты способные работать с любой из греющих сред, распределяемых одним и тем же устройством, будем называть универсальными. Следует отметить, что в режиме перегретой воды могут работать любые из рассматриваемых аппаратов.

Деаэраторы атмосферные и повышенного давления. Пар в деаэраторах подается во внешних коллектор, а сепаратор выполнен выносным, при чем зона контакта установлена непосредственно на нем. Деаэрируемая вода

распыливается на капли, равномерно заполняющие весь объем контактной зоны, с помощью форсунок, установленных на системе коллекторов. В вакуумном деаэраторе горизонтального типа холодная вода поступает в водяную камеру и распыливается в контактной зоне. Перегретая вода поступает в боковые камеры и вскипает. Выделившийся пар через отверстия в распределительной доске, в которые пропущены форсунки, эжектируется в полость факелов. Выпар через сепарационную трубу (или несколько труб) отсасывается в вакуумную линию.

Комбинированный деаэратор позволяет осуществлять десорбцию растворенных газов как с отдельный, так и с совместной подачей теплоносителей при любом давлении в аппарате. В нем в отличие от атмосферного деаэратора и деаэратора повышенного давления предусмотрены две водяные камеры для ввода перегретой воды и, соответственно, два ряда форсунок для ее распыливания. Что бы образующийся при вскипании перегретой воды пар равномерно распределялся по сечению кольцевой контактной зоны, форсунки горячей и холодной воды целесообразно размещать на одном диаметре через одну или через две т.е. чередовать форсунки горячей и холодной воды, либо после каждых двух форсунок холодной воды устанавливая форсунку перегретой воды. Чтобы уменьшить температурные напряжения на стенках трубы вывода выпара, камеру горячей воды целесообразно выполнять кольцевой, т.е. исключить омывание этой трубы греющей средой. При работе деаэратора в режиме перегретой воды, последняя может подаваться в обе камеры. В универсальном деаэраторе по сравнению с другими конструкциями установлено единое устройство, способное равномерно распределять по сечению и высоте контактной зоны как жидкую, так и газообразную греющую среду. В качестве такового можно использовать, например, каскадную ударно-струйную форсунку, работоспособность которой на обеих средах проверена экспериментально. Применение единого распределителя греющей среды значительно упрощает всю конструкцию деаэратора и повышает надежность работы. [1]

2.3.2 Типы испарителей и их конструкции.

В настоящее время на тепловых электростанциях применяются в основном испарители поверхностного типа. Генерация вторичного пара в этих испарителях происходит из химически очищенной деаэрированной воды. Этот пар либо отпускается внешним потребителям на ТЭЦ, либо конденсируется в конденсаторе испарителя и в виде дистиллята используется для восполнения потерь рабочего тела в цикле [6].

Такого типа испарители имеют вертикальное восполнение и оснащаются паропромывочными устройствами и сепаратором.

Работа испарителя протекает следующим образом: первичный пар поступает в греющую секцию и, проходя в межтрубном пространстве, конденсируется на наружной поверхности труб. Конденсат пара стекает по трубам на нижнюю трубную доску греющей секции и отводится из нее.

Питательная (химически очищенная) вода поступает через регулирующий клапан в водораспределительное устройство над паропромывочным дырчатым листом, откуда по опускным трубам сливается в нижнюю часть корпуса и заполняет корпус и трубки греющей секции. За счет теплоты конденсации первичного пара происходит испарение части воды в трубках, где образуется пароводяная смесь. Таким образом, в трубках греющей секции. За счет теплоты конденсации первичного пара происходит испарение части воды в трубках, где образуется пароводяная смесь. Таким образом, в трубках греющей секции создается подъемное движение воды, а в кольцевом зазоре между корпусом и греющей секцией – опускное, т.е. осуществляется естественная циркуляция жидкой фазы. Образовавшийся (вторичный пар), пройдя через слой промывочной воды над греющей секцией, поступает в паровое пространство испарителя, проходит через слой промывочной воды над одним или двумя паропромывочными листами, жалюзийный сепаратор и отводится из испарителя.

При использовании испарителей для получения добавочной воды цикла конденсационных электростанций включение их в тепловую схему производится «без потерь потенциала». В соответствии с этим греющим паром испарителя, установленный перед регенеративным подогревателем, пар которого используется в качестве греющего. Конденсатором испарителя служит обычно дополнительно устанавливаемый теплообменник. В этом случае не происходит вытеснение пара регенеративных отборов и тепловая экономичность не нарушается.

При проектировании тепловой схемы электростанции предполагаемые потери пара и конденсата известны, необходимо правильно выбрать размеры испарителя, его конденсатора и определить их место в регенеративной схеме турбоустановки. При эксплуатации теплофикационных турбин меняются тепловые и электрические нагрузки. При этом изменяется также и количество основного конденсата, проходящего через подогреватели низкого давления (в местах, где может быть установлен конденсатор испарителя), следовательно, производительность испарительной установки также не будет оставаться неизменной. В условиях максимального отпуска теплоты ее будет явно недостаточно для восполнения внутренних потерь пара и конденсата в цикле. На станции ТЭЦ-3 применяется вертикальный испаритель типа ИСВ. Испаритель имеет линии непрерывной и периодической продувки. Непрерывная продувка осуществляется из-под зеркала испарения воды, периодическая — из нижней точки испарителя. Паровое пространство греющей секции соединено с паровым пространством испарителя трубкой с вентилем для отвода из греющей секции воздуха и других неконденсирующихся газов. Уровень в корпусе испарителя поддерживается регулятором уровня поплавкового типа, уровень конденсата первичного пара — поплавковым конденсатоотводчиком. Испаритель снабжен указателями уровня воды и манометрами, показывающими давление греющего и вторичного пара.

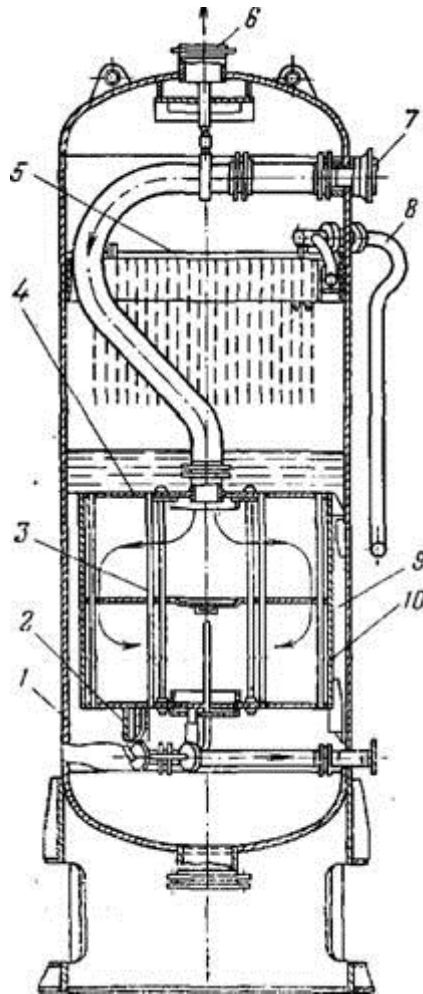


Рисунок 7- Вертикальный испаритель типа ИСВ.

Вертикальный испаритель типа ИСВ состоит из цилиндрического стального корпуса 1 с приваренными штампованными днищами. Поверхность нагрева испарителя образуется стальными вертикальными трубками 3, развальцованными в верхней и нижней трубных досках 2, 4. Трубные доски приварены по окружности к цилиндрической сварной камере 10. Камера с трубными досками и трубным пучком подвешена на кронштейнах под уровнем воды в испарителе. Между греющей секцией и корпусом испарителя имеется кольцевой проход для воды 9. Трубки греющей секции омываются снаружи греющим паром, поступающим через патрубок 7. Конденсат греющего пара удаляется из нижней части греющей секции. Вторичный пар отводится через патрубок 6, расположенный в верхней части испарителя и снабженный сепарирующим устройством. Над греющей секцией расположено пеноразмывочное устройство 5, представляющее собой кольцеобразное корыто, в нижней части которого расположена кольцевая труба. Питательная вода по трубе 8 поступает в кольцевую трубу пеноразмывочного устройства и оттуда через отверстия, равномерно распределенные по всей трубе, в размывочное корыто. Из пеноразмывочного корыта вода стекает на зеркало испарения.

Рассмотренная выше конструкция испарителя типа ИСВ нашла весьма широкое распространение в установках с начальным давлением до 8,83 МПа (90 кгс/см²), однако с переходом на более высокие температуры пара эти испарители были реконструированы, поскольку качество дистиллята этих аппаратов не соответствовало возросшим требованиям к качеству добавочной воды. Реконструкция испарителей в основном коснулась паро - промывочного устройства. Имеющееся в старых конструкциях испарителей пеноразмывочное устройство не могло предотвратить уноса капелек воды с высоким содержанием. Этот унос и определял низкое качество получаемого дистиллята.

Глава 3 Моделирование и методики расчетов распылительных аппаратов различной конструкции

3.1 Методика расчета аппаратов со вторым закрытым контуром [1].

При расчете распылительных аппаратов основным параметром является производительность аппарата. Можно выделить параметры влияющие на эффективность распыления. Для примера рассмотрим расчет аппаратов со вторым закрытым контуром:

Расчет рассмотрим на конкретном примере. Пусть необходимо охладить G_B , кг/ч, оборотной воды в открытом контуре с температуры $t_{B.H.}$ до температуры $t_{B.K.}$ и охладить в закрытом контуре $G_{ж}$, кг/ч, какой либо жидкости с температуры $t_{ж.H.}$ до температуры $t_{ж.K.}$

1 этап. Расчет основных потоков

1. Количество теплоты, которое должна отдать вода,

$$Q_B = W_B(t_{B.H.} - t_{B.K.}),$$

где $W_B = G_B c_B$ – водяной эквивалент.

2. Количество теплоты, которое должна отдать жидкость закрытого контура,

$$Q_{ж} = W_{ж}(t_{ж.H.} - t_{ж.K.}),$$

где $W_{ж} = G_{ж} c_{ж}$ ($c_B, c_{ж}$ – теплоемкости воды и жидкости).

3. Суммарный теплосъем

$$\Sigma Q = Q_B + Q_{ж}.$$

4. Температура, которую должна иметь вода перед трубным пучком,

$$t_{B.T} = t_{B.K} - \frac{\Sigma Q}{W_B}$$

2 этап. Расчет открытого контура

1. Выбираются: диаметр сопла форсунок d_c ; корневой угол факела β и номинальный перепад давления на форсунках p_B . Диаметр сопла d_c следует выбирать, исходя из общей производительности аппарата по воде β рекомендуется брать в пределах 40-60°, а оптимальным значением p_B является 0,3МПа (все рекомендации даны применительно к центробежно-струйным форсункам)

2. Массовый расход воды через форсунку

$$G_{\phi} = \mu \frac{\pi d_c^2}{4} \sqrt{\frac{2p_B}{\rho_B}}$$

Коэффициент расхода μ рассчитывается по уравнению для выбранного типа форсунки:

$$\text{при } d_c < 17 \text{ мм} \quad \mu = 0,83 \rho_{\text{ж}}^{-0,06} (0,676 - 24 d_c)^{0,13}$$

$$\text{при } d_c \geq 17 \text{ мм} \quad \mu = 0,83 \rho_{\text{ж}}^{-0,06} (0,31 - 2 d_c)^{0,5}$$

3. Число форсунок

$$N_{\phi} = G_B / G_{\phi}$$

4. Для принятых значений d_c , β , p_B по номограммам или модели находится расстояние H от форсунки, при котором температура воды станет равной $t_{B.T.}$

Следует помнить, что номограммы построены для среднесуточной температуры воздуха 17°C и влажности 60%. Если первая существенно отличается от 17°C в большую сторону, то следует ввести поправку. На расстоянии H размещается трубный пучок закрытого контура.

5. По значениям d_c , β , p_B для найденного значения H находится диаметр факела d_{ϕ} , а по нему рассчитывается минимально необходимая площадь сечения контактной зоны на уровне трубного пучка

$$F_{\text{к.з}} = \frac{\pi d_{\phi}^2}{4} N_{\phi}$$

6. Принимается число рядов размещения форсунок N_p и рассчитывается число форсунок в каждом ряду $n_{\phi} = N_{\phi} / N_p$.

7. Рассчитываются длина и ширина контактной зоны на уровне трубок

$$L_{\text{к.з}} = \frac{F_{\text{к.з}}}{N_{\phi}} n_{\phi} \quad B_{\text{к.з}} = \frac{F_{\text{к.з}}}{N_{\phi}} N_p$$

3 этап. Расчет закрытого контура

1. Потоки орошающей воды и жидкости в трубках движутся в данном случае перекрестно, при этом можно считать, что температура капель воды по каждому сечению факела одинакова. Для расчета средней разности температур теплоносителей можно воспользоваться следующим уравнением:

$$\Delta_{\text{ср}} = \frac{t'_1 - t''_1}{\ln\left(1 + \frac{t'_1 - t''_1}{t'_2 - t''_2} \ln \frac{t'_1 - t''_2}{t'_1 - t''_1}\right)}$$

2. Площадь поверхности теплопередачи определится из основного уравнения теплопередачи

$$F_{\text{ТП}} = \frac{Q_{\text{ж}}}{K \Delta_{\text{ср}}}$$

Значение коэффициента теплопередачи K в практических расчетах можно принять равным 1,5 - 2,0 кВт/(м²К)

3. Так как трубки в контактной зоне целесообразно размещать в поперечном направлении с небольшим уклоном навстречу движения жидкости, то длина трубок будет примерно равна ширине контактной зоны, т.е.

$$l_{\text{T}} = B_{\text{к.з}}$$

Диаметр трубок d_T в зависимости от состояния жидкости (степени загрязнения) и общего расхода следует выбирать в пределах 16 - 32 мм.

4. Общее число трубок

$$n_T = F_{T.п} / (\pi d_T l_T)$$

5. Скорость жидкости в трубках при внутреннем диаметре трубок $d_{в.т}$

$$v_T = Re_T \mu_{ж} / (d_{в.т} \rho_{ж})$$

Значение числа Рейнольдса принимается для развитого турбулентного режима, т.е. $Re_T \geq 10000$.

6. Число трубок в одном ходе

$$n_{T1} = 4G_{ж} / (\rho_{ж} v_T \pi d_{в.т}^2)$$

число ходов $n_x = n_T / n_{T1}$

7. Площадь сечения контактной зоны, занимаемая трубками,

$$F_T = d_T l_T n_T$$

8. Сопоставляются площади $F_{к.з}$ и F_T . При этом возможны три варианта:

1) рассчитанные площади близки по значениям, тогда результаты расчета используются при конструировании аппарата: размещаются форсунки, принимаются или рассчитываются размеры вспомогательных зон: зоны размещения коллекторов с форсунками, зоны сепарации и т.д.

2) площадь сечения, занимаемая трубками, больше рассчитанной площади контактной зоны. В этом случае площадь контактной зоны увеличивается до площади F_T с соответствующим пересчетом $L_{к.з}$ и $V_{к.з}$;

3) площадь F_T , занимаемая трубками, значительно меньше площади контактной зоны $F_{к.з}$ т.е. на трубки попадает только часть охлаждающей воды. Тогда:

а) количество воды, падающей на трубки

$$G_{в.т} = G_B \frac{F_T}{F_{к.з}}$$

б) температура воды, стекающей с трубок,

$$t_{в.ст} = \frac{Q_{ж}}{t_{в.т} c_B} + t_{в.т}$$

в) средняя разность температур $\Delta t_{ср}$ определяется по формуле

$$\Delta t_{ср} = \frac{t_1' - t_1''}{\ln \left(1 + \frac{W_2}{W_1} \ln \frac{t_1' - t_2''}{t_1'' - t_2'} \right)}$$

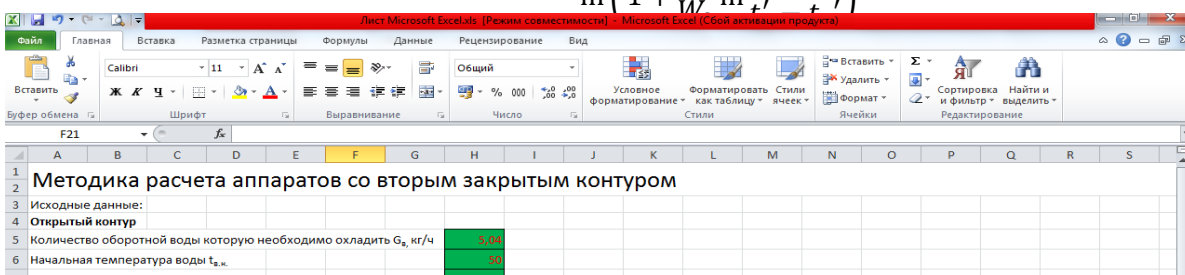


Рисунок 8 - Окно исходных данных в табличном редакторе Excel

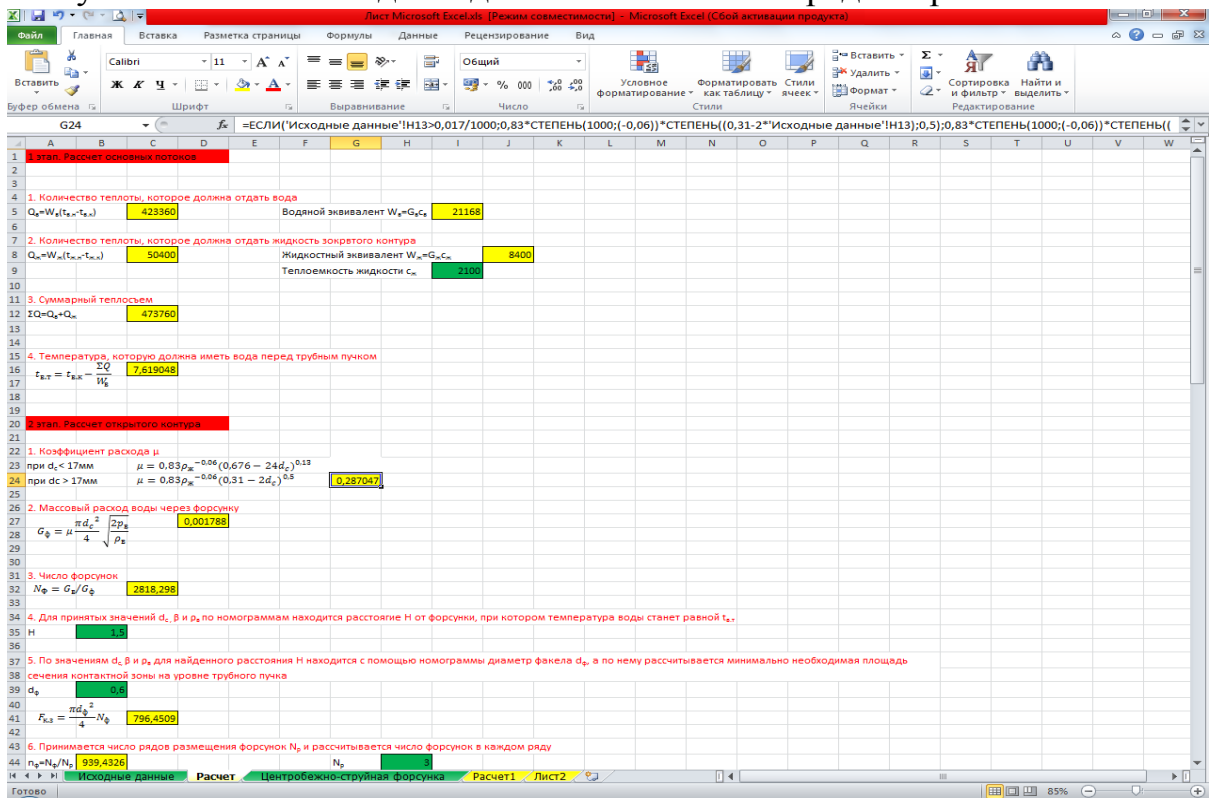


Рисунок 9 - Окно расчета 1

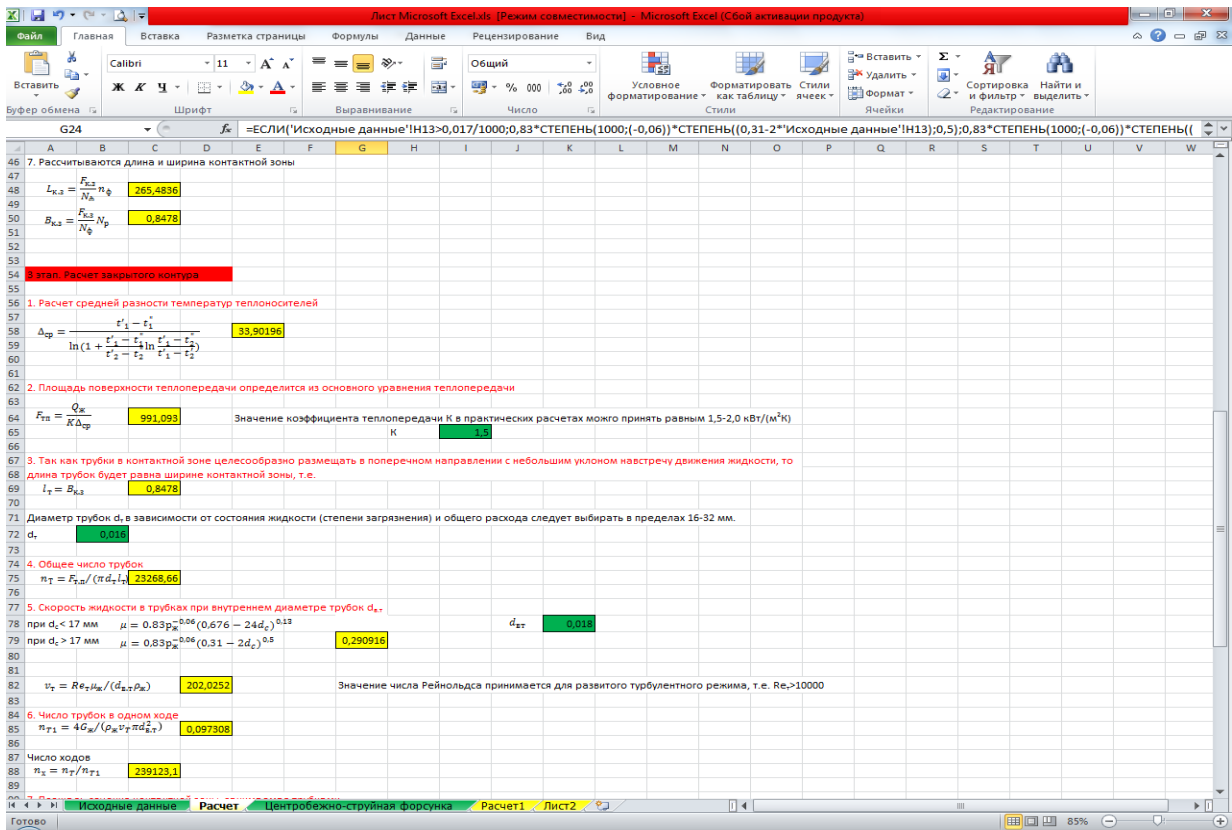


Рисунок 10 - Окно расчета 2

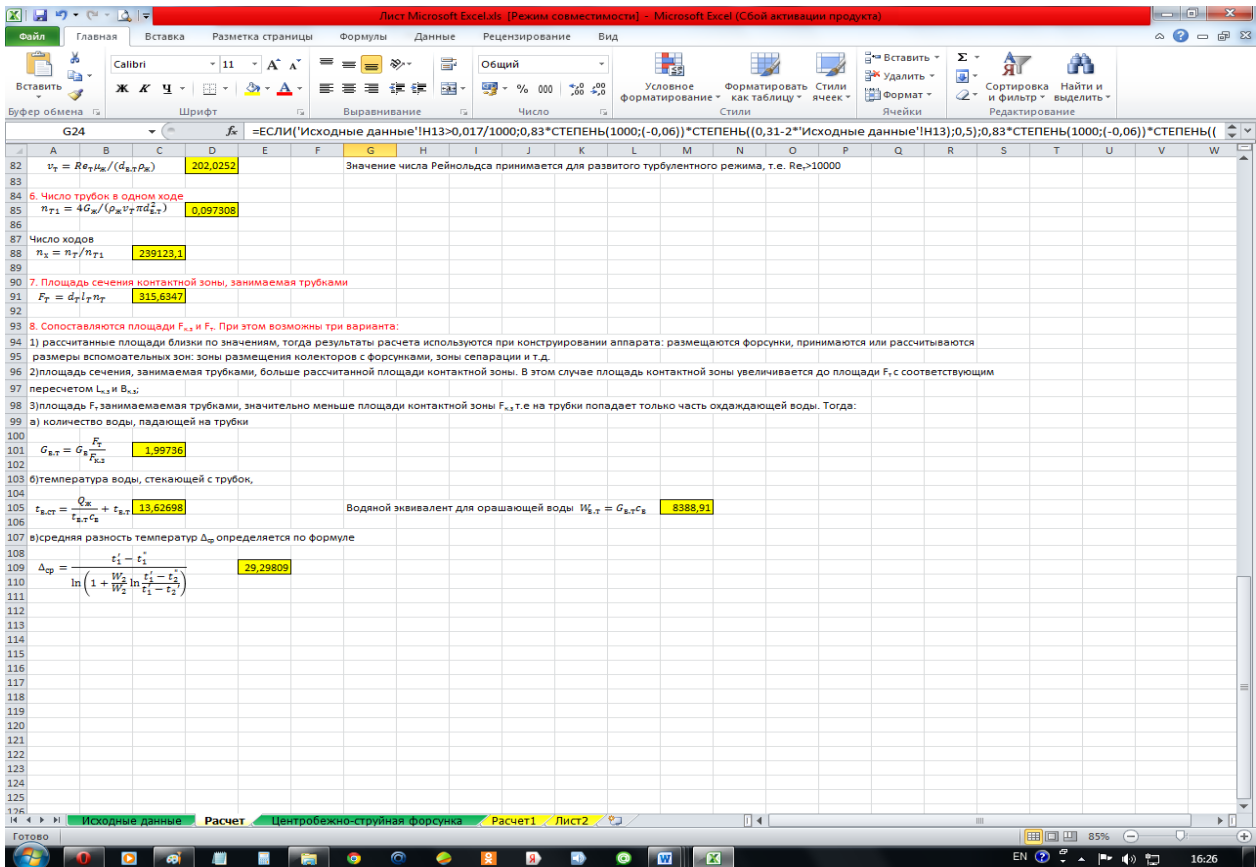


Рисунок 11 - Окно расчета 3

3.2 Основные параметры, влияющие на производительность форсунок применяемых для распыления мазута.

Рассмотрим основные параметры, влияющие на производительность форсунок применяемых для распыления мазута [4].

Коэффициент расхода жидкости μ_0 в центробежной форсунке связан определенным соотношением с ее безразмерным геометрическим параметром

$$A = Rr_c / nr_{2вх}$$

и коэффициентом живого сечения

$$\varphi = 1 - r_2 n / r_2 c,$$

где $R = R_{з.н} - r_{вх}$ – радиус завихрения;

n – число каналов;

$R_{з.н}$ – радиус завихрения камеры;

$r_{вх}$ – радиус входных каналов форсунки;

r_c – радиус сопла;

$r_в$ – радиус вихря.

При истечении жидкости из форсунки на ее оси устанавливается вихрь таких размеров, при которых достигается максимальный расход жидкости. При этом

$$A = \frac{1 - \varphi}{\sqrt{\varphi^3 / 2}}$$

$$\mu_0 = \varphi \sqrt{\frac{\varphi}{2 - \varphi}}$$

Также известно, что коэффициент расхода форсунок снижается при увеличении вязкости и при снижении давления распыливаемой жидкости. В этом случае сказывается влияние абсолютного размера выходного отверстия форсунки.

$$\frac{\mu}{\mu_0} = k_1 \left(\frac{d_c \omega}{\nu} \right)^{n_1}$$

где μ_0 — теоретический коэффициент расхода жидкости;

ω — теоретическая скорость истечения;

ν — коэффициент кинематической вязкости;

k_1, n_1 — постоянные, зависящие от типа форсунок.

В. А. Павлов и Я. П. Сторожук также отмечают зависимость производительности форсунки G от ее масштаба M (от абсолютных размеров). При этом

$$G = kM\sqrt{\Delta P\rho}$$

где ΔP — давление мазута перед форсункой;

ρ - плотность,

$k=0,77$

Масштаб M определяется по формуле

$$M = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{D}{d}\right)^{1.6} \frac{1}{(nf)^2} + \frac{1,5}{d^4}}}$$

где D —диаметр камеры завихрения;

d — диаметр сопла,

n — количество завихряющих каналов,

f — площадь , тангенциального канала.

Диаметр сопла определяется по формуле

$$d = \sqrt{M\sqrt{A^2 + 1,5}}$$

Максимальный диаметр капли $\delta_{\text{макс}}$, мкм, определяется в зависимости от параметра $\sqrt{M/\Delta P}$ по формуле

$$\delta_{\text{макс}} = C\sqrt{M/\Delta P},$$

где M — масштаб форсунки, мм^2 ,

ΔP — давление распыливаемой среды, $\text{кгс}/\text{см}^2$;

C — коэффициент пропорциональности, зависящий от физических свойств распыливаемой жидкости и качества обработки распыливающих элементов форсунки.

Производительность форсунки может быть определена по формуле

$$B = B_n \sqrt{P/P_n}$$

где B_n , P_n — номинальные давление и производительность выбранной форсунки;

P — рабочее давление мазута. [4]

Из расчетов приведенных выше видно, что основными параметрами для распылительных аппаратов являются давление распыляемой жидкости перед форсункой, Номинальный перепад давления в форсунках, Плотность жидкости, Диаметр сопла форсунок.

3.2.1 Пример расчета центробежной механической форсунки

Для численного примера расчета возьмем методику расчета топливного завихрения центробежной механической форсунки с учетом сопротивления проточной части [2].

Рассчитать геометрические параметры завихрителя при расходе мазута G_m , кг/ч с давлением перед форсункой P , МПа температурой мазута t_m , °C, вязкость мазута 2,5 °ВУ, плотность мазута при 130 °C ρ , $\text{кг}/\text{м}^3$. Действительный корневой угол факела (угол распыливания) α_0

1. Выбираем значение C_s , n , ψ

2. Находим теоретическое значение корневого угла факела первого приближения, принимая $\alpha_0=0,875$:

$$\alpha_1 = \alpha_0 / \bar{\alpha}_0$$

3. По α_1 находим $A_{д1}$ и по $A_{д1}$ определяем μ_1

4. Диаметр сопла первого приближения

$$d_{с1} = \sqrt{\frac{4\sigma}{\pi \cdot \mu \sqrt{2\rho\Delta p}}}$$

5. плечо закручивания завихрителя

$$R_1 = C_c r_{с1}$$

6. Коэффициент деформации струи ε_0 , если задаться значением $1/V$

7. Эквивалентный диаметр входного канала первого приближения

$$d_{вх1} = 2 \sqrt{\frac{R_1 r_{с1}}{\varepsilon_0 n A_{д1}}}$$

8. Число Re во входных каналах

$$Re_{вх1} = \frac{4G}{\rho v \pi d_{вх1} \sqrt{n}}$$

9. По $Re_{вх1}$ определяем коэффициент трения λ_k

10. Определяем комплекс $\theta_1 = 0,5\lambda_k A_{д1}(C_k - 1)$, где

$$C_{к1} = C_c + r_{вх1}/r_{с1}$$

11. Эффективная характеристика форсунки первого приближения

$$\Delta_{к1} = \frac{\lambda_k}{\sigma^2} \left\{ \frac{1}{\sigma} \left(1 - \frac{1}{C_{к1}} \right) + \lambda_k \left[\left(\frac{A_{д1}}{2} + \frac{1}{2\sigma - \lambda_k} \right) \left(\frac{2}{\sigma} + \frac{A_{д1}}{2} + \frac{1}{2\sigma - \lambda_k} \right) + \frac{3}{2\sigma^2} \ln \frac{(2\sigma - \lambda_k) A_{д1} C_{к1}}{2} \right] \right\}$$

12. Коэффициент истечения первого приближения и корневой угол факела по $A_{э1}$

$$\mu_{\theta 1}, \alpha_{\theta 1}$$

13. Расчетный корневой угол факела первого приближения

14. Коэффициент потерь энергии на входе $\xi_{вх} = \bar{\alpha}_1 \alpha_{\theta 1}$

$$\Delta_{вх1} = \xi_{вх} A_{э1}^2 / C_c^2$$

Рисунок 13 - Окно расчета центробежной механической форсунки 1

рассчет 1.xls [Режим совместимости] - Microsoft Excel (Сбой активации продукта)

Файл Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид

Calibri 11 Шрифт Выравнивание Число

Общий % 000 ,00

Условное форматирование Форматировать как таблицу стилей Ячейки

Вставить Удалить Формат

Сортировка и фильтр Найти и выделить Редктирование

G96 fx

31

32 8. Число Re во входных каналах

33 $Re_{вх1} = \frac{4G}{\rho v l d_{вх1} \sqrt{n}}$ 796

34

35

36

37 9. По $Re_{вх1}$ определяем коэффициент трения λ_k

38 $\lg Re_{вх1} = 2,901$ $\lg 100 \lambda_k = 1,215$ $\lambda_k = 0,164$

39

40

41 10. Комплекс $\theta_1 = 0,5 \lambda_k A_{з1} (C_k - 1)$, где

42

43 $C_k = C_c + r_{вх1} / r_{с1}$ 2,66

44

45 тогда

46

47 $\theta = 0,266$

48

49 11. Эффективная характеристика форсунки первого приближения

50

51 $A_{з1} = \frac{A_{д1}}{1 + \theta_1}$ 1,541

52

53

54 12. Коэффициент истечения первого приближения и корневой угол факела по $A_{з1}$

55

56 $\mu_{\theta_1} = 0,342$ $\alpha_{\theta_1} = 75$

57

58 13. Расчетный корневой угол факела первого приближения

59

60 $\alpha_{р1} = \alpha_1 \alpha_{\theta_1}$ 65,25

61

Рисунок 14 - Окно расчета центробежной механической форсунки 2

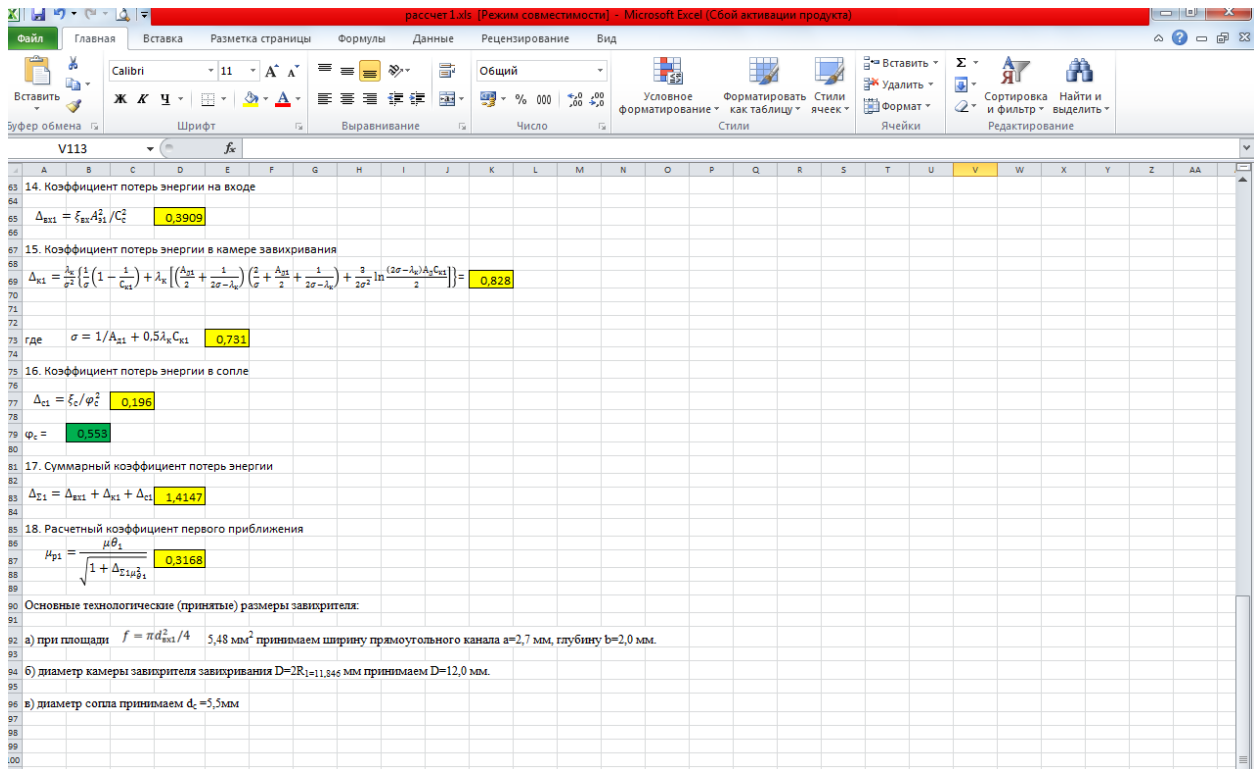


Рисунок 15 - Окно расчета центробежной механической форсунки 3

На основе проведенного расчета можно выделить зависимости геометрических размеров форсунок от различных параметров. В свою очередь геометрические размеры форсунок влияют на их производительность. Зависимость геометрических размеров форсунок от давления мазута перед форсункой:

Т а б л и ц а 2 - зависимость площади тангенциального канала, диаметра сопла форсунки, диаметра камеры завихрения от давления мазута перед форсункой.

Давление мазута перед форсункой, МПа	D, мм	d _c , мм	f, мм ²
2	13,6	6,8	7,25
2,5	13	6,4	6,48
3	12,3	6,2	6
3,5	12	6	5,5
4	11,5	5,8	5,2
4,5	11,2	5,6	5
5	11	5,5	4,6
5,5	10,6	5,3	4,4

Графически эти зависимости представлены ниже.

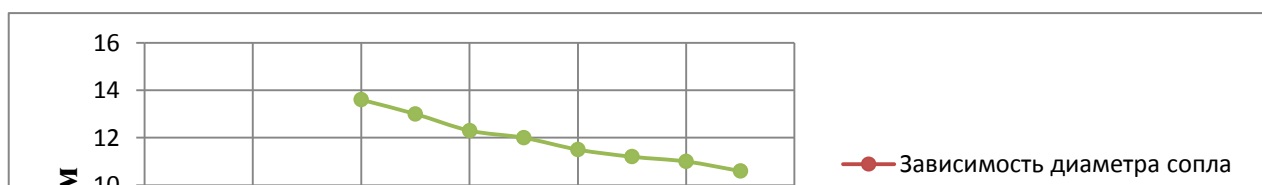


Рисунок 16 – Зависимости диаметра сопла и диаметра камеры завихрения от давления мазута перед форсункой

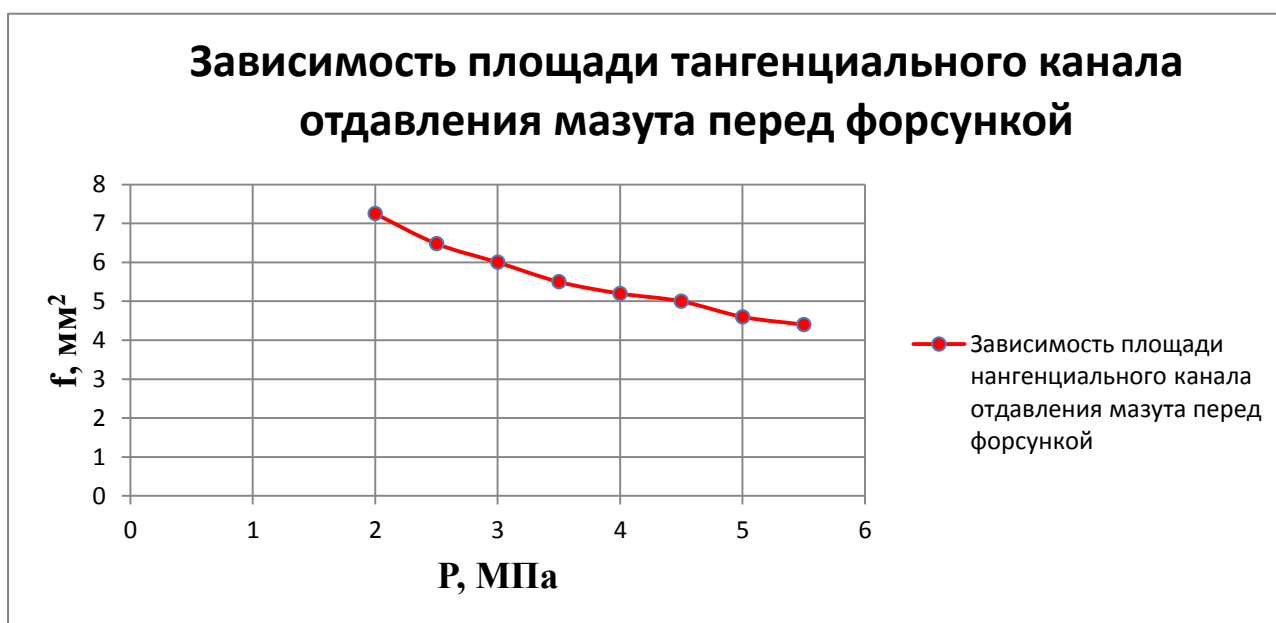


Рисунок 17 - Зависимость площади тангенциального канала от давления мазута перед форсункой.

3.2.2 Основные физические свойства мазутов.

Для определения зависимости геометрических параметров форсунки от условной вязкости мазута, рассмотрим основные физические свойства мазутов [2].

Теплота сгорания. Это количество тепла, выделяющегося при полном сгорании топлива. Различают низшую и высшую теплоту сгорания топлива. Разница между низшей и высшей теплотой сгорания топлива, является тем необходимым количеством теплоты, которое необходимо для испарения влаги, содержащейся в топливе. Теплота сгорания мазутов зависит от содержания в нем кислорода, углерода, водорода, серы и азота. Зависимость содержания водорода по отношению к содержанию углерода определяет содержания в топливе бесполезных элементов, таких как кислород, азот и сера. Чем больше

содержание в топливе смол и асфальтенов, тем меньше отношение Н/С, а следовательно, тем ниже теплота сгорания.

Плотность. Имеет значение для определения массы топлива по занимаемому объему. Плотность в сочетании с вязкостью определяют условия отстаивания воды из мазутов и осаждения механических примесей. Обычно пользуются отношением плотности мазута при 20 °С и плотности воды при 4 °С.

Для мазутов, полученных из одного и того же сырья, плотность зависит от вязкости: увеличивается с увеличением вязкости.

Плотность при разной температуре можно определить по формулам:

$$\rho^t = \rho^{20} - \beta'(t - 20) \quad (1)$$

или

$$\rho^t = \rho^{20}[1 - \beta(t - 20)] \quad (2)$$

где β' – коэффициент расширения, β – коэффициент объемного расширения

С повышением температуры относительная плотность мазутов уменьшается. Влияние давления на плотность незначительно. [2]

Вязкость. Это свойство жидкостей оказывать сопротивление перемещению ее слоев относительно друг друга. Вязкость является одним из важнейших показателей качества мазутов. От вязкости зависит эффективность работы форсунок, а также условия перевозки топлива. Она влияет на скорость осаждения механических примесей, на время и полноту отстаивания в емкостях от воды.

Условной вязкостью называют отношение времени непрерывного истечения 200 см³ продукта при определенной температуре к времени истечения воды того же объема при температуре 20 °С. Однако при определении условной вязкости вискозиметром мазутов М100 вследствие значительной вязкости и трудности поддержания одинаковой температуры мазута в термостате нарушается режим истечения из капилляра, что приводит к значительной погрешности измерений.

Динамическая вязкость может быть определена вискозиметром Гепплера, рекомендуемым ВТИ, по времени качения шарика по наклонной плоскости в исследуемой жидкости по формуле

$$\mu = c\tau(\rho_{ш} - \rho_{ж})$$

где c – постоянная шарика, константа; τ – время качения шарика; $\rho_{ш}$ и $\rho_{ж}$ – плотности шарика и исследуемой жидкости.

В технических расчетах часто применяют понятие кинематической вязкости, представляющую собой динамическую вязкость, отнесенную к плотности.

Перевод условной вязкости в динамическую и кинематическую можно осуществить по следующим формулам:

$$\mu = \rho \left(0,0073 \nu_t - \frac{0,0063}{\nu_t} \right)$$
$$\nu = 0,073 \nu_t - \frac{0,063}{\nu_t}$$

где ρ – плотность топлива, т/м³

Вязкость мазутов в значительной степени зависит от температуры и для мазута М100 хорошо подчиняется уравнению Вальтера для нефтепродуктов.

Как видно, такие свойства мазутов как температура вязкость и плотность тесно взаимосвязаны и поэтому нельзя рассматривать зависимость геометрических параметров форсунок только от одного из вышеперечисленных параметров.

Для начала рассмотрим зависимости вязкости и плотности мазута марки М100 от температуры:

Т а б л и ц а 3 -Зависимость условной вязкости и плотности от температуры мазута.

Температура, °С	Условная вязкость, °	Плотность мазута, кг/м ³
60	45	963,36
80	14	937,54
100	6	911,72
120	3,5	885,91
130	2,5	873,00

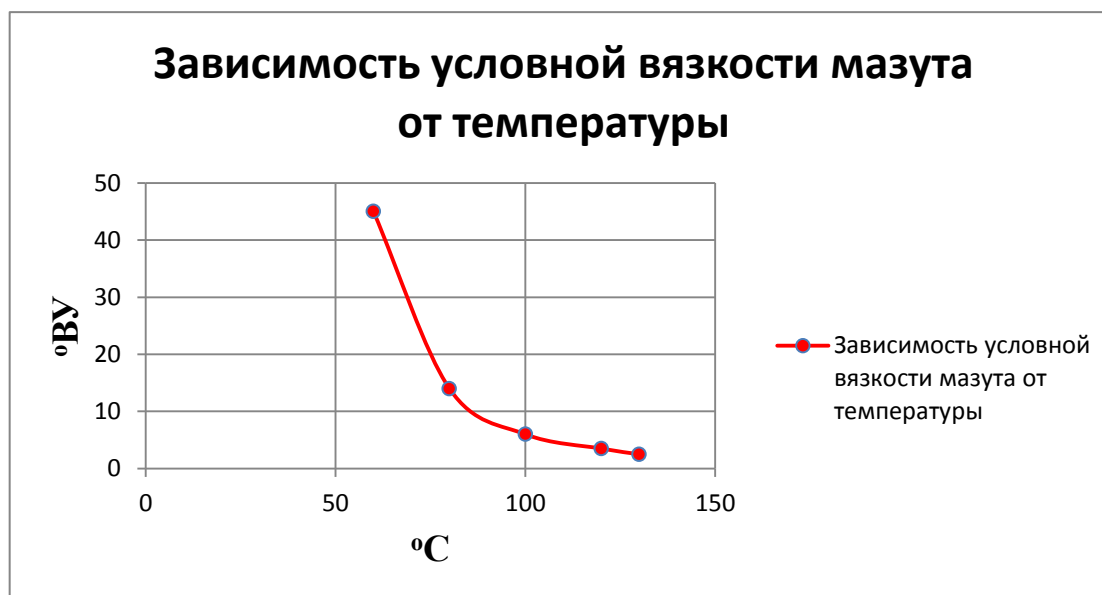


Рисунок 18 – Зависимость условной вязкости мазута от температуры

Т а б л и ц а 4 - Зависимость площади тангенциального канала, диаметра сопла форсунки, диаметра камеры завихривания от условной вязкости мазута.

Условная вязкость мазута, °	f , мм ²	d_c , мм	D , мм
45	4,16	5,1	10,3
14	4,22	5,2	10,4
6	4,3	5,2	10,5
3,5	4,35	5,3	10,5
2,5	4,4	5,3	10,6

Зависимость площади тангенциального канала от условной вязкости мазута

4,45

Рисунок 19 - Зависимость площади тангенциального канала форсунки от условной вязкости

3.2.3 Влияние геометрических параметров форсунок на расход мазута.

В свою очередь геометрические параметры форсунок влияют на расход мазута следующим образом.

Т а б л и ц а 5 - Зависимость расхода мазута от геометрических параметров форсунки

Расход мазута, кг/ч	D, мм	d _c , мм	f, мм ²
500	6	2,7	1,37
1000	8,5	4,2	2,74
1500	10,5	5,2	4,11
2000	12	5,5	5,48
2500	13,5	6,7	6,85
3000	14,5	7,3	8,22
3500	15,8	7,8	9,59
4000	17	8,4	10,97

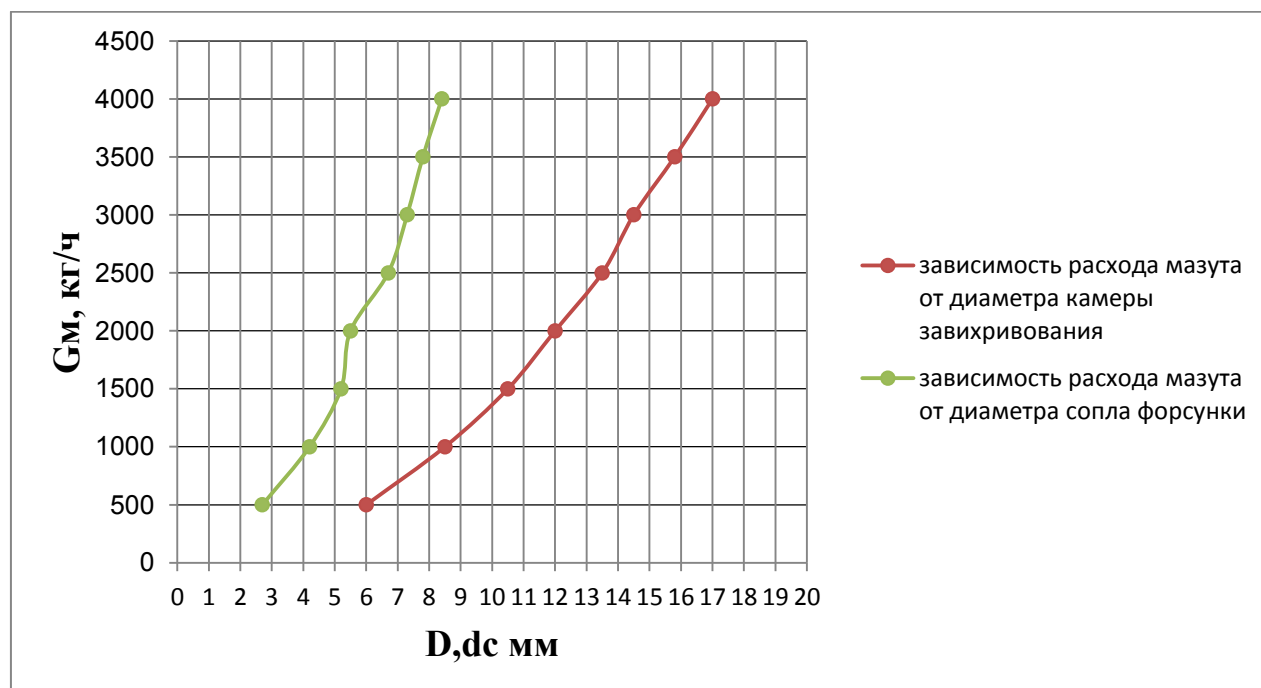


Рисунок 20 - Зависимость расхода мазута от геометрических параметров форсунки



Рисунок 21 - Зависимость расхода мазута от площади тангенциального канала.

Заключение

В проделанной работе представлены методы распыливания жидкостей, кратко изложены способы использования распылительных аппаратов на ТЭС. Рассмотрены методы предотвращения уноса капель и методы создания разряжения. Приведен перечень правил эксплуатации форсунок.

Дана краткая характеристика станции АлЭС ТЭЦ-3, рассмотрены цеха станции и оборудование, конструктивно содержащее распылительные аппараты. Представлены распылительные аппараты различных конструкций используемые в оборудовании станции, описаны условия применения того или иного типа форсунок в оборудовании. Описаны технические характеристики распылительных аппаратов. Подробно рассмотрен принцип действия и типы деаэраторов, испарителей, градирен, скрубберов, а также виды распылительных аппаратов используемых в них.

На основании физического и математического описания моделей приведен расчет аппаратов со вторым закрытым контуром и центробежной механической форсунки. Установлены основные параметры, влияющие на производительность форсунок. Приведены основные физические параметры мазутов, как распыляемой жидкости. На основании проведенного вычислительного эксперимента проанализирована зависимость площади тангенциального канала форсунки от условной вязкости топлива и диаметра сопла и диаметра камеры завихрения от давления мазута перед форсункой, площади тангенциального канала от давления мазута перед форсункой. Исходя из вышеперечисленных зависимостей представлено влияние геометрических параметров форсунки на расход топлива и, следовательно, на ее производительность

Список использованной литературы

1. Гаустов В.С. Прямоточные распылительные аппараты в теплоэнергетике – М.: Энергоатомиздат, 1989.–240 с.: ил.
2. Адамов В.А. Сжигание мазута в топках котлов–Л.: Недра, 1989.–304 с.: ил.
3. Б.С. Фарфоровский, Я.Н. Пятов Проектирование охладителей для систем производственного водоснабжения – Госстройиздат, Ленинградское отделение, 1960г. 173 с.»
4. Спейшер В.А., Горбенко А.Д. Повышение использования газа и мазута в энергетических установках – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоиздат, 1982. – 240 с.
5. Хавкин Ю.И. Центробежные форсунки Л., «Машиностроение» (Ленингр. отделение), 1976. 168 с.
6. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции: Учебник для теплоэнерг. спец. вузов. — М.-Л.: Энергия, 1967. — 400 с.; переиздание 1976, последнее — в 1987 г. — посмертное с участием В.Я. Гиршфельда, С.В. Цанева, И.Н. Тамбиевой, Л.А. Рихтера, Е.И. Гаврилова и др.
7. Сайт <http://www.fans.cz/components/spray-nozzles/spray-nozzle-rtf36-2.htm?lang=ru>