

*Городников О. А. старший преподаватель кафедры
“Транспортных процессов и технологий”
Владивостокский государственный университет (ФГБОУ ВО «ВВГУ»)
e-mail: gorodnikov.o@vvsu.ru
Россия, Владивосток*

*Шутов В. В., магистрант кафедры
“Транспортных процессов и технологий”
Владивостокский государственный университет (ФГБОУ ВО «ВВГУ»)
e-mail: vasily.vl.20000@gmail.com
Россия, Владивосток*

*Койнова В. Э. студент кафедры
“Безопасность в нефтегазовом комплексе”
Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского
e-mail: look.01@list.ru
Россия, Владивосток*

Реконструкция системы подачи мазута на пароводяные котлы Владивостокской ТЭЦ-2

Введение

Владивостокская ТЭЦ-2 расположена в долине реки Объявления, на юго-восточной окраине г. Владивостока и является основным источником по обеспечению производственным паром, тепловой и электрической энергией промышленных и бытовых потребителей города.

Это самая мощная электростанция входящая в состав филиала «Приморская генерация» ОАО «ДГК». Владивостокскую ТЭЦ-2 возвели за короткие сроки и 22 апреля 1970 года были пущены и включены первые агрегаты станции: турбина и два котла. В этот день станция выдала первые 100 МВт мощности. Монтаж и ввод в эксплуатацию последующих блоков проводился ускоренными темпами. Новая ТЭЦ вошла в состав районного управления «Дальэнерго».

Благодаря возможности комбинированной выработки электрической и тепловой энергии, теплоэнергетическое оборудование Владивостокской ТЭЦ-2 является наиболее экономичным в энергосистеме.

Впервые вопрос централизованного теплоснабжения города Владивостока был поставлен в связи с развитием города и развертыванием строительства «Большого Владивостока».

В этом же году были собраны необходимые исходные материалы по городу Владивостоку, на основании которых была разработана схема тепломагистралей и предусмотрено сооружение новой ТЭЦ для решения задач по комплексному обеспечению электроэнергией и теплом строящегося города [1].

В качестве основного проектного топлива за ВТЭЦ-2 закреплен бурый уголь Павловского разреза Чихезского месторождения. Основные характеристики угля: теплотворная способность 2920 ккал/кг, влажность 41%, зольность 8,8%.

Топливо должно доставляться на ТЭЦ железнодорожным транспортом на расстояние 160 км. Для сжигания углей принята замкнутая схема пылеприготовления.

На котлах Владивостокской ТЭЦ-2 впервые в стране запроектированы, установлены и действуют пылеприготовительные системы с газовой сушкой топлива и прямым вдуванием пылегазовой смеси в топку, где применены головные образцы мельниц-вентиляторов большой мощности МВ-1600/600/980 и МВ-2100/800/980, являющихся наиболее современным углеразмольным оборудованием.

В мельницах – вентиляторах использован принцип размла угля, позволяющий уменьшить расход электроэнергии на размол топлива. Владивостокская ТЭЦ-2 стала базовой станцией для отработки и дальнейшей доводки этого оборудования.

Характерной особенностью Владивостокской ТЭЦ-2 является использование морской воды в системе технического водоснабжения. Забор морской воды осуществляется с береговой насосной станции, расположенной на берегу бухты «Тихая» Уссурийского залива, и по двум туннелям (третий – в стадии строительства) подается в конденсаторы турбин для охлаждения отработанного пара.

Из конденсаторов турбин подогретая морская вода сбрасывается в бухту «Золотой рог», что сделало эту бухту практически незамерзающей и свободной для судоходства.

В настоящее время на Владивостокской ТЭЦ-2 эксплуатируются 14 однотипных котлов БКЗ-210-140 паропроизводительностью 210 т/ч пара каждый, 4 турбоагрегата с генераторами ТВФ-120-2 и турбинами Т-100-130, имеющими теплофикационные отборы пара, 2 турбоагрегата с генераторами ТВФ-120-2 и турбинами ПТ-80/100-130/13 и ПР-50/60-115/13/1Д, имеющими промышленные отборы пара. Общая установленная электрическая мощность станции – 500МВт, тепловая мощность – 1033Гкал.

Тепловая схема станции с поперечными связями по основным потокам пара и воды и выполнена как единая взаимосвязанная система, скомплектованная преимущественно однотипным оборудованием (котлами, турбинами, ПЭНами и т.д.).

Мазутное хозяйство

Основное назначение мазутного хозяйства ТЭЦ или котельной – обеспечение бесперебойной подачи к котлам подогретого и отфильтрованного мазута в необходимом количестве и с соответствующим давлением и вязкостью. Необходимое количество мазута определяется нагрузкой котлов. Давление в линиях подачи мазута и его вязкость определяются режимами форсунок.

Работа котельных на мазуте осуществляется очень редко (в периоды ограничения потребления газового топлива), поэтому его обновление

растягивается на длительное время. При длительном хранении мазут постепенно ухудшает свои качества и создает дополнительные технические сложности эксплуатационному персоналу.

Мазутное хозяйство предназначается для следующих работ:

- приём железнодорожных цистерн с мазутом;
- разогрев вагонов-цистерн;
- слив мазута из цистерн;
- хранение мазута в резервуарах;
- подготовка и обработка мазута перед подачей его к насосам и форсункам;
- учёт потребляемого мазута.

Мазутное хозяйство может работать в двух режимах – в холодном или горячем резерве.

Холодный резерв – это, когда оборудование мазутонасосной остановлено и лишь, в зависимости от продолжительности простоя, периодически включается схема внутренней циркуляции для поддержания температуры в резервуарах мазута в пределах от 30 °С до 80 °С.

Горячий резерв – мазутопроводы заполнены мазутом и осуществляется постоянный проток мазута подогретого до $T = 750 \text{ до } 800 \text{ }^{\circ}\text{C}$ по главному напорному мазутопроводу, мазутному кольцу котельного отделения, трубопроводу рециркуляции (возврата) в зависимости от выбранной схемы.

Выбор схемы мазутоснабжения котельной находится в зависимости от ряда местных условий: рельефа территории, ёмкости резервуаров, способа подачи мазута из топливохранилища к форсункам котельной и других.

При разогреве мазута в открытом расходном баке во избежание вспенивания его температура не должна превышать 90 °С. Подогрев мазута, подаваемого в форсунки, производится в отдельно стоящих подогревателях. Подачу топлива из складских резервуаров к форсункам, как правило,

рекомендуется осуществлять с непрерывной циркуляцией мазута. При этом часть мазута, не менее 50% от расхода на все рабочие котлы, возвращается в резервуары и служит для разогрева мазута в них [4].

Схема мазутного хозяйства с наземным мазутохранилищем (рисунок 2):

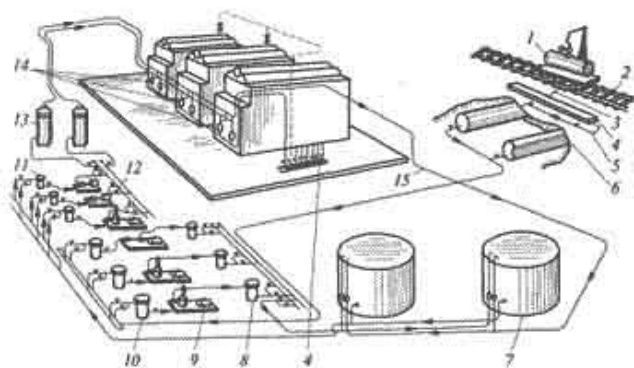


Рисунок 2 – Схема мазутного хозяйства

1 – железнодорожная цистерна; 2 – эстакада; 3 – переносный сливной лоток; 4 – сливной желоб; 5 – отводящая труба; 6 – приемная емкость; 7 – мазутохранилище; 8, 11 – фильтры тонкой очистки; 9, 12 – насосы; 10 – фильтр грубой очистки; 13 – подогреватель; 14 – горелки котлов; 15 – линия рециркуляции.

Из железнодорожных цистерн 1, располагающихся при сливе на эстакаде 2, мазут по переносному сливному лотку 3 поступает в сливной желоб 4 и затем по отводящей трубе 5 - в приемную емкость 6. Из нее мазут по мазутопроводам подается в фильтр 10 грубой очистки и насосами 9 через фильтры 8 гонкой очистки закачивается в емкость мазутохранилища 7. Из емкости мазутохранилища через фильтры 11 тонкой очистки и подогреватели 13 насосами 12 мазут подается в горелки 14 котельных агрегатов.

Часть разогретого мазута направляется по линии 5 рециркуляции в мазутохранилище для разогрева находящегося там мазута. Рециркуляция мазута предназначена для предупреждения застывания мазута в трубопроводах при уменьшении или прекращении его потребления [11].

При сливе из железнодорожной цистерны мазут самотеком движется по открытым лоткам (желобам) в приемные баки. По дну лотков проложены паропроводы. Слив мазута из цистерн происходит через нижний сливной прибор в межрельсовые желоба.

Мазут из приемных резервуаров перекачивается погружными нефтяными насосами в основные резервуары для хранения. Подогрев мазута в приемных и основных резервуарах до 70 °С проводится обычно трубчатыми подогревателями поверхностного типа, обогреваемыми паром. В водогрейных котельных пар отсутствует, по этому подогрев мазута осуществляется горячей водой с температурой до 150 °С.

Оборудование мазутного хозяйства

Оборудование для приёма мазута состоит из двух путевой эстакады, сливных лотков и канала, помещения, где установлены перекачивающие нефтяные насосы, системы трубопроводов с запорной арматурой.

Мазут из цистерн сливается в межрельсовые приёмно-сливные лотки и самотёком подаётся в промежуточную ёмкость, которая предназначена для сглаживания неравномерности слива мазута, поднятия его температуры до определённых пределов (разность температур в ёмкости и температуры в резервуарах мазута не должна превышать 20 °С) и перекачки его в мазутохранилище. Для перекачивания мазута в помещении установлены перекачивающие нефтяные насосы, перекачивающий мазутопровод с установленной на нём запорной арматурой.

Прокладка мазутопроводов наземная. Мазутопроводы, проложенные на открытом воздухе и в холодных помещениях, должны иметь паровые или другие обогревательные спутники в общей с ними изоляции.

Для паропровода обязательно устанавливается отвод конденсата, обеспечивающий мазуту давление около 20 кгс\см².

Существует непрерывный (путевой) обогрев мазутопроводов по всей их длине. Обогрев называется наружным, если под мазутопроводом проложены один или несколько трубопроводов небольшого диаметра, по которым циркулирует греющий агент (пар, горячая вода и т.п.). При внутреннем обогреве греющая среда проходит по трубе меньшего диаметра, проложенной внутри мазутопровода. Для аварийных отключений на всасывающих и напорных мазутопроводах устанавливают запорную арматуру на расстоянии от 10 до 50 м от мазутонасосной [7].

В мазутонасосной станции размещают оборудование:

- технологическое (мазутные насосы, фильтры грубой и тонкой очистки, подогреватели, трубопроводы с арматурой, измерит, аппаратуру-счетчики, манометры, термометры и т.п.);
- энергетическое (двигатели насосов, задвижки, пусковую аппаратуру для двигателей, электрические устройства и пр.);
- сантехническое (вентиляционные установки, отопит, приборы и т.п.);
- грузоподъемное (мостовые краны, монорельсы с тельферами, блоки, лебедки и т.п.).

Подогреватели мазута.

Для подогрева мазута применяют подогреватели, представляющие собой металлический сосуд цилиндрической формы, состоящий из корпуса, двух сферических крышек и трубной системы [2].

Пар, омывая трубную часть, нагревает идущий по трубам мазут до заданной температуры, конденсируется и сбрасывается в конденсатную линию. Назначением подогревателей является обеспечение подогрева до необходимых значений вязкости мазута перед подачей его в горелочные устройства и форсунки котлов. Подогреватели мазута относятся к рекуперативным поверхностным теплообменным аппаратам.

По конструктивным признакам (по виду поверхности теплообмена) стационарные серийно выпускаемые промышленностью подогреватели мазута принципиально подразделяются на:

- кожухотрубные (гладкотрубные);
- кожухотрубные с оребренными трубами;
- кожухотрубные с U - образными трубами;
- кожухотрубные секционные;
- секционные «труба в трубе» (ТТ.)

Подогреватели подлежат гидравлическому испытанию корпуса, трубной системы, установленной на них арматуры, внутреннему осмотру в установленные сроки.

Реконструкция мазутного хозяйства

Технологические решения по реконструкции

Система слива мазута представляет собой комплекс технологического оборудования, обеспечивающего бесперебойный и своевременный слив нефтепродуктов из железнодорожных цистерн и перекачку их в резервуарный парк, и включает в себя:

- одностороннюю железнодорожную эстакаду на 15 цистерно-мест;
- сливные и напорные коллектора;
- устройства нижнего слива;
- обвязку технологических трубопроводов;
- теплообменники;
- узел фильтров;
- насосную станцию по перекачке мазута.

Слив мазута из железнодорожных цистерн осуществляется на эстакаде слива мазута методом циркуляционного разогрева через теплообменники.

Разогрев мазута в теплообменниках осуществляется до температуры от 65 до 80 °С, которая является оптимальным условием обеспечения стабильной работы насосов, перекачивающих вязкие мазуты [8].

По физико-химической характеристике мазут является легкозастывающим продуктом, требующим перед сливом предварительного разогрева. Разогрев осуществляется за счет подачи горячей струи продукта в цистерны.

Слив мазута из цистерн осуществляется с помощью устройств нижнего слива, оборудованных гидромонитором.

Первоначальное заполнение системы слива и циркуляцию через теплообменники выполняют существующие насосы, оснащенные частотными вариаторами.

Технологической схемой предусмотрена возможность разогрева мазута с использованием как существующих, так и вновь проектируемых теплообменников. В теплообменниках в качестве теплоносителя используется водяной пар. Расход водяного пара регулируется по температуре мазута после теплообменников.

Показателем заполнения системы продуктом является наличие уровня продукта в буферной емкости, который фиксируется уровнемером.

После заполнения системы слива мазутом открывают задвижки на сливных и напорных трубопроводах у каждой цистерны, и горячий мазут поступает в гидромонитор устройства нижнего слива.

Под давлением мазута телескопический монитор вводится внутрь котла цистерн. Подогретый мазут, вытекающий из сопел, интенсивно перемешивается с холодным внутри цистерны и подогревает его. Окончательный слив продукта из цистерн осуществляется при достижении температуры мазута после теплообменников 90 °С. Откачка в резервуары хранения мазута осуществляется насосами насосной станции [9].

Для слива цистерн с неисправным нижним прибором используется установка верхнего разогрева и слива (УВСМ-15), которая включает в себя:

- стояк верхнего разогрева и слива УВРСН-100;
- теплообменник;
- расходную емкость (ресивер);
- насосы высокого и низкого давления;
- запорно-регулирующую арматуру, КИП и автоматику.

Односторонняя железнодорожная эстакада слива мазута.

Эстакада размещается на пятом железнодорожном пути терминала. Конструкция эстакады – односторонняя, рассчитана на одновременную разгрузку пятнадцати железнодорожных цистерн вместимостью 60 т каждая. Максимальный грузооборот эстакады составляет 500 тыс. т/год и распределяется по следующим грузопотокам соответственно таблице 2.

Таблица 2 –Распределение грузооборота на односторонней железнодорожной эстакаде слива мазута

Наименование продукта	Количество продукта, тыс. т/год	Количество цистерн в сутки с $K=1,1$	Количество ставок в сутки	Количество цистерно- мест
Мазут	350	18	1,2	-
Топливо печное	90	5	0,3	-
Итого	500	26	1,7	15

Максимальное время при использовании эстакады расходуется на разогрев и слив мазута (остальные нефтепродукты сливаются без разогрева),

поэтому с учетом нормативного времени разогрева и слива мазута в зимний период (10 часов), загрузка эстакады составляет не более двух ставок в сутки.

Специфика расположения сливного оборудования на эстакаде позволяет принимать к разгрузке вагоно-цистерны без расцепки ж/д состава.

Габариты эстакады определяются технологией слива, габаритами строительных конструкций и габаритами приближения строений в соответствии с ГОСТ 9238-83:

- длина 180 м;
- площадь застройки 1900 м².

Территория, занятая сливной эстакадой, имеет твердое водонепроницаемое покрытие, усиленное в зоне железнодорожных путей. Твердое покрытие выполнено из бетона и имеет бортик высотой 200 мм.

Рабочий настил на сливной эстакаде выполняется на отметке 3,4 м из просечно-вытяжного настила. На сливной эстакаде в торцах предусмотрены лестницы из негорючего материала шириной 1 м с углом наклона 45°. Ступени лестницы выполнены из просечно-вытяжного настила [4].

Слив мазута выполняется через сливные приборы типа УСН-175Г, предназначенные для подачи подогретого нефтепродукта и герметизированного слива вязких нефтепродуктов из железнодорожных цистерн. Сливные приборы установлены на эстакаде с шагом 12 м.

Мазут через УСН-175Г поступает в коллектор слива, который совместно с трубопроводом (коллектором) подачи мазута на разогрев, прокладываются надземно.

Для дренажа мазута из коллектора слива и коллектора разогрева предусмотрены врезки штуцеров в отходящие трубопроводы с установкой запорной арматуры.

Для поддержания нормального атмосферного давления в коллекторах слива и обогрева в перемычке между ними предусмотрена свеча на продувку.

Для исключения возможности попадания искры в газовое пространство свечи она оборудуется огневым предохранителем.

При обнаружении течи из железнодорожной цистерны слив должен быть немедленно приостановлен до полного устранения неисправности. В случае выхода из строя клапана сливного устройства железнодорожной цистерны проектом предусмотрена откачка нефтепродукта через верхний люк при помощи переносной установки верхнего слива УВСМ-15.

На трубопроводах нефтепродуктов, подходящих к эстакаде, установлены, на случай аварии, отключающие задвижки, управление которыми осуществляется как со щита операторной, так и непосредственно со сливной эстакады. На воздушниках сливных коллекторов установлена электроприводная задвижка и выполнена блокировка, обеспечивающая бесперебойную и безопасную работу насосов при сливе железнодорожных цистерн.

Установка нижнего слива нефтепродуктов УСН-175Г

Устройства УСН-175Г предназначены для подогрева и герметизированного слива вязких нефтепродуктов и железнодорожных цистерн.

Устройство в единой конструкции совмещает средство герметизированного нижнего слива и средство подачи греющего агента в котел цистерны. Схема установки представлена на рисунке 2. Установка соответствует требованиям, предъявляемым как к средствам герметизированного нижнего слива, так и средствам подогрева вязких нефтепродуктов. Устройство механизировать наиболее тяжелые операции по подогреву и сливу вязких нефтепродуктов, сокращает время обработки цистерн при подогреве и сливе, повышает культуру труда, максимально снижает обводнение сливаемых нефтепродуктов, снижает вероятность загрязнения

наружной поверхности цистерн, эстакады и окружающей территории, снижает пожарную опасность на месте проведения работ.

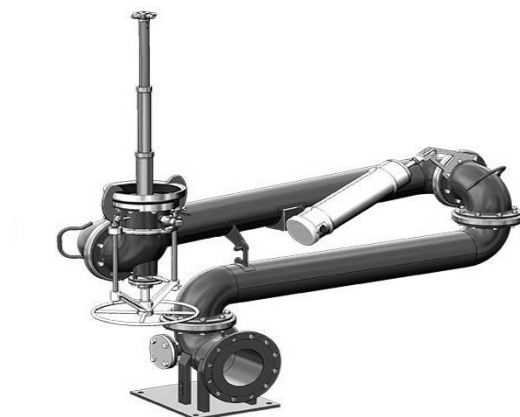


Рисунок 2 – Установка герметизированного слива вязких нефтепродуктов из железнодорожных цистерн в коллектор

Циркуляционная схема разогрева железнодорожных систем с использованием УСН-175Г показана на рисунке 3.

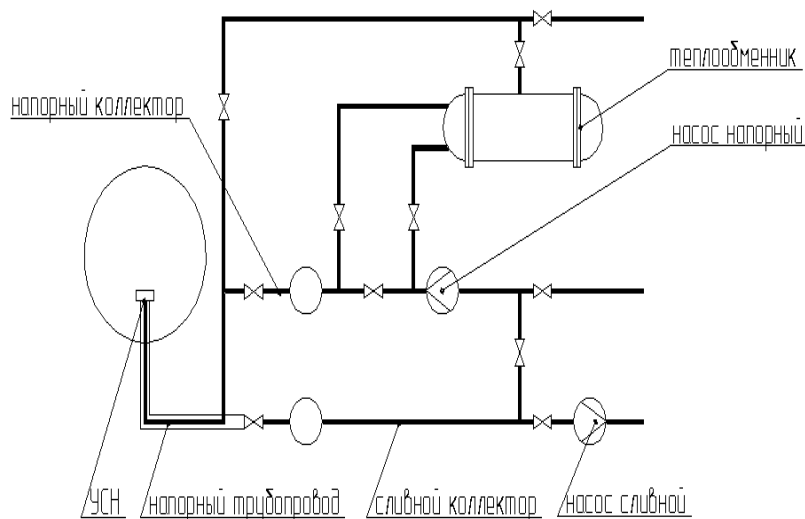


Рисунок 3 – Типовая схема циркуляционного разогрева железнодорожных цистерн

Работа устройства основана на использовании гидромеханической энергии затопленных струй нефти или нефтепродуктов, вводимых в котел цистерны через патрубок сливного прибора (гидромонитор – таблица 3).

В зимнее время года, когда парафиновый остаток становится более вязким, мазут, подаваемый в цистерну для размыва осадка, подогревают в теплообменниках до более высокой температуры.

Таблица 3 – Технические данные устройства УСН-175Г

Наименование параметров с указанием единицы измерения	Величина показателя
Диаметр, мм	175
Диаметр сопел, мм	14
Давление мазута на выходе из сопел гидромонитора, МПа	1,5
Рабочее давление при сливе, МПа, не более	0,05
Подача мазута через сопла гидромонитора, м ³ /ч	45
Пределы температур, при которых устройство работоспособно, градусы Цельсия	минус 40 до 100

Заключение

В работе изучена структура предприятия ТЭЦ-2, в частности мазутная насосная с основным оборудованием. Предложены варианты реконструкции системы слива мазута с железнодорожной эстакады. На предприятии осуществлен переход на газ, как на основной вид топлива, но котлы работающие на мазуте все еще эксплуатируются и могут быть использованы как резервные в случае неполадок системы.

В целом, предложения по реконструкции оборудования насосной представленные в работе могут быть применены на предприятии с целью улучшения основных технологических и экономических показателей.

Список использованных источников

1. Евтихин В.Ф. Новое в проектировании, строительстве и эксплуатации резервуаров для нефти и нефтепродуктов / учеб. под ред. В.Ф. Евтихина. М.: Недра, 2011. 354 с.
2. Нарсисян Г.Н. Мазутное хозяйство мощных тепловых электростанций. // Электрические станции, 2010, № 7. 345 с.
3. Оленев Н.М. Хранение нефти и нефтепродуктов. Л.: Недра. 2014. 213 с.
4. Ридзивенко А.Н., Риттер И.И. Новые горизонтальные стальные цилиндрические резервуары для нефтепродуктов. // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья, 2017, № 8. 253 с.
5. Куприянов В.Ф. К выбору перспективных направлений совершенствования конструкций крупных резервуаров и их оборудования / Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов, 2008. 215 с.
6. Адамов В.А. Сжигание мазута в топках котлов. Л.: Недра. 2009. 321 с.
7. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. М.: Энергия. 2006. 523 с.
8. Белосельский Б.С., Покровский В.Н. Сернистые мазуты в энергетике. М.: Энергия, 2008. 374 с.
9. Белосельский Б.С., Глухов Б.Ф. Подготовка и сжигание высокоподогретых мазутов на электростанциях и в промышленных котельных. М.: Изд-во МЭИ. 2013. 186 с.
10. Белосельский Б.С., Соляков В.К. Энергетическое топливо. М.: Энергия. 2010. 93 с.
11. Бунчук В.А. Транспорт и хранение нефти, нефтепродуктов и газа. М.: Недра, 2007. 534 с.