

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р.  
Филиппова»

Инженерный факультет

Кафедра « \_\_\_\_\_ »

ОТЧЕТ

О учебной практике в ТЭЦ-1

обучающейся 2 курса (года обучения) группы ОБ-423-А

Тагаров Эрдэни Баирович

Направление (специальность) 35.03.06 Агроинженерия

Направленность (профиль) Электрооборудование и электротехнологии

Проверил: к. т. н., доц. Хусаев Н.С

Защита состоялась « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022г.

Оценка \_\_\_\_\_

## СОДЕРЖАНИЕ

### Введение

1. Общая характеристика Улан-Удэнской теплоэлектростанции № 1 (ТЭЦ-1)
2. Характеристика потенциально опасных технологических процессов и производств.
  - 2.1 Характеристика мазута и угля
  - 2.2 Сведения об опасных веществах в машинном зале
  - 2.3 Краткая характеристика потенциально опасных технологий
3. Прогнозирование и оценка обстановки при пожаре в машинном зале
4. Основные направления и мероприятия по повышению устойчивости функционирования Улан-Удэнской ТЭЦ -1 в условиях пожара в машинном зале

## ВВЕДЕНИЕ

Пожары, происходящие на энергообъектах страны, свидетельствуют о немалом материальном ущербе. В период с 2007 по 2012 годы было зарегистрировано 6 пожаров с суммарным ущербом в 106.6 миллионов рублей. Пожары на электростанциях влекут за собой остановку и возможность возникновения аварий на других промышленных объектах и объектах жизнеобеспечения .

Таким образом тема курсовой работы является актуальной.

Целью курсовой работы является: «Устойчивость функционирования Улан-Удэнской теплоэлектроцентрали в условиях пожара в машинном зале »

Для достижения цели ставятся задачи:

-Дать характеристику Улан-Удэнской теплоэлектроцентрали № 1 (ТЭЦ-10

-Описать потенциально опасные технологические процессы и производства

-Провести прогнозирование и дать оценку обстановки при пожаре в машинном зале

-Разработать мероприятия по повышению устойчивости функционирования Улан-Удэнской ТЭЦ -1 в условиях пожара в машинном зале.

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЛАН-УДЭНСКОЙ ТЭЦ-1

Наименование:

Улан-удэнская ТЭЦ 1

Адрес : Россия 670002, Республика Бурятия, Улан-Удэ, Тракторная 26,

Телефон : 293590 Приемная

Директор - Юрий Лизунов

Улан-Удэнская ТЭЦ-1 введена в строй в 1936 году и расположена в восточной части города Улан-Удэ, на правом берегу реки Уда, на высокой террасе с возвышением над уровнем реки 25-75 метров, собственная площадка ТЭЦ-1 занимает площадь 28 га, расположена между отметками высот 530.0-545.0 с уклоном к пойме реки Уда на 15 град.

ТЭЦ-1 в системе ГО и ЧС города занимает ведущее место по обеспечению жизнедеятельности города по обеспечению города электроэнергией 35 %, горячей водой 65 %, промышленным паром 100% и в соответствии с этим, согласно Распоряжения Правительства Российской Федерации от 26 марта 2006 года № 411 присвоен статус «Критически важного объекта» а также по распоряжению Правительства РБ продолжает свою работу по обеспечению жизнедеятельности Республики Бурятия и города Улан-Удэ в военное время.

Производственные возможности ТЭЦ-1

- по производству электроэнергии- 391946 кв/час в год;
- по производству тепловой электроэнергии - 1824189 Гкал в год;
- по выработке промышленного пара 309144 Гкал в год;
- ТЭЦ-1 может работать на следующих видах топлива;
- твердом ( уголь, торф, сланцы);
- жидком (мазут);
- газообразном ( природные и другие газы);

Численность обслуживающего персонала составляет 514 чел.

Наибольшая рабочая смена- 235 человек.

Главный производственный корпус состоит :

Турбинный цех;

В турбинном цехе , 4 турбоагрегата и вспомогательное оборудование.

Котельный цех осуществляет подготовку и нагрев воды. На ТЭЦ-1 работают 6 котлов , 2 находятся в резерве.

Котлоагрегаты № 1,2 БКЗ -75-33 ФВ производительностью 75 т.пара\ час

Котлоагрегаты №6, 7, 8 БКЗ-220-110 производительностью 220 т.пара\ час

Котлоагрегаты №9 БКЗ-220-110-7 производительностью 220 т.пара\час

Участок водогрейных котлов:

Котлоагрегаты №10, 11 типа ПТВМ производительностью 100 г Кал\ час. Котлоагрегаты №12,13 типа КГВМ-100 производительностью 100 г Кал\ час

Численность рабочих в данном цехе составляет 117 человек

Дымососное отделение;

Дымососное отделение это отделение с двумя высотными трубами и трубой на участке водогрейных котлов.

Дымовая труба № 1 построена из сборного ж\б, высотой 100 метров.

Дымовая труба № 2 высотой 10 метров.

Дымовая труба № 3 из металлоконструкции, высотой 60 метров (участок водогрейного котлов)

По своим техническим параметрам дымовые трубы способны выдержать землетрясение силой от 7 до 8 баллов.

Бункеро-дезатарное отделение включает в себя;

-система трубопроводов, паропроводов, шлакозолоудаления, кабельных отсеков поисковой связи и оповещения, электронасосы.

- бункерное отделение с системной подачи топлива.

- система контроля и направления за работой котлоагрегатов.
- ремонтные мастерские, сборочные площадки, склады запасных
- частей и агрегатов.
- аккумуляторные баки 3 шт. по 3 тыс.куб.м. каждый.

Площадь главного производственного корпуса - 5 500 кв.м., объем - 182 тыс.куб.м.

Фундамент и подпорные стены выполнены из сборных ж\б башмаков, монолит, ж\б под колонки, сборные ж\б подплиты и бетонные балки.

Наружные стены из армобетонных панелей типа ПСА, внутренние стены выполнены из ж\б панелей типа - ПСЖ. Кровля, фермы, балки - стальные.

Плиты перекрытия - профильного настила. Каркас (колоны, ригеля) металлические.

Максимальная высота здания - 39 метров.

-система трубопроводов, паропроводов, шлакозолоудаления, кабельных отсеков поисковой связи и оповещения, электронасосы.

- бункерное отделение с системной подачи топлива.
- система контроля и направления за работой котлоагрегатов.
- ремонтные мастерские, сборочные площадки, склады запасных частей и агрегатов.

- аккумуляторные баки 3 шт. по 3 тыс.куб.м. каждый.

- Здание гидроцеха из кирпича, перекрытия ж\б плиты.

- Пожарная насосная стены выполнены из ж\б плит,каркас металлический, перекрытия ж\б.

- Здание насосной осветленной воды №1 и состоит из подземной части емкостью 1418 куб.м. и наземной - 270 куб.м. Наружные стены выполнены из сборного ж\б, фундамент, плиты и башмаки ж\б. Блоки, перекрытия из ж\б плит.

## 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОТАНЦЕАЛЬНО ОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

### 2.1 ХАРАКТЕРИСТИКА МАЗУТА И УГЛЯ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ НА ТЭЦ-1

В котлах крупных тепловых станций и отопительных котельных, работающих на жидком топливе, как правило, применяют мазут.

Для розжига котлов на ТЭЦ -1 используется мазут

Физические свойства мазута характеризуются следующими показателями:

относительной плотностью  $\rho_{t1/t2}$

вязкостью условной, °УВ

динамической  $\eta$ , Па·с

температурами вспышки  $t_{всп}$  и застывания  $t_{заст}$ , °С

Относительная плотность  $\rho_{t1/t2}$  — отношение плотности мазута при температуре  $t_2 = 20$  °С к плотности дистиллированной воды при температуре  $t_1 = 4$  °С.

Условная вязкость — отношение времени, необходимого для непрерывного истечения 200 см<sup>3</sup> мазута при определенной температуре, ко времени истечения этого же объема дистиллированной воды при температуре 20 °С.

Температура вспышки — температура, при которой мазут, будучи нагрет в строго определенных условиях, выделяет достаточное количество паров для того, чтобы смесь этих паров с окружающим воздухом могла вспыхнуть при поднесении к ней пламени.

Температура застывания — такая температура мазута, при которой он застывает настолько, что при наклоне пробирки с топливом на 45° к горизонту его уровень остается неподвижным в течение 1 мин.

Мазут, применяемый для получения тепловой энергии при сжигании в топках котлов (таблицы), делится на флотский марок Ф5 и Ф12 (легкие виды топлива) и топочный марок М40 (мало- и среднесернистый — средний вид топлива), М100 и М200 (мало-, средне-, высокосернистый — тяжелый вид топлива).

Флотский мазут предназначен для использования в судовых котлах, газотурбинных установках и двигателях. Топочный мазут марки 40 используется в судовых котлах, промышленных печах, отопительных котельных.

Мазуты марок 100 и 200 в основном используются на крупных тепловых электростанциях и теплоэлектростанциях.

Таблица 1-Основные технические характеристики мазута

Показатель	Значения показателей для мазутов разных марок						
	Флотские		Топочные				
	Ф5	Ф12	Малосернистые		Средне- и высокосернистые		
			М40	М100	М40	М100	М200
Вязкость, °УВ:							
при t = 50°С	5	12	–	–	–	–	–
при t = 80°С	–	–	6	10	8	15,5	24
Плотность при 20°С, кг/м <sup>3</sup>	–	–	970	990	1005	945	960
Температура вспышки, °С, не ниже	80	90	90	110	90	110	140
Температура застывания, °С, не выше	-5	-8	10	25	10	25	36

Топочный мазут по содержанию в нем серы делится на три группы:

малосернистые ( $S_p < 0,5\%$ )

сернистые ( $S_p = 0,5...2\%$ )

высокосернистые ( $S_p > 2\%$ )

Зольность мазутов  $A_r$  не превышает 0,1 %. В минеральной части мазута содержится  $Fe_2O_3$  (оксид железа) 3... 10 % и  $V_2O_5$  (пентаоксид ванадия) 0...



29 %. Содержание воды в мазуте колеблется в весьма широких пределах (0,5...3 % и выше), что связано с технологией его разогрева.

Низшая теплота сгорания мазута  $Q_{нс}$  в зависимости от его влажности составляет 39...42 МДж/кг.



процессе доставки и приемки у потребителя.

Рисунок 1-Капля мазута

В качестве топлива для котлов используется уголь.

В зависимости от степени углефикации (метаморфизма) существуют бурые угли, каменные угли и антрациты. Самая низкая теплота сгорания у бурых углей, а самая высокая – у антрацитов.

Наиболее выгодное отношение цены и удельной теплоты сгорания имеют каменные угли.

Угли марок Д, Г и антрациты находят свое применение, как правило, в котельных, т.к. они могут гореть без поддува. Угли марок СС, ОС, Т

применяются для получения электрической энергии, т.к. они имеют большую теплоту сгорания, но сжигание данного вида углей связано с технологическими трудностями. По маркировкам углей можно сразу определить их фракцию:

- А–антрацит;
- Б–бурый;
- Г–газовый;
- Д–длиннопламенный;
- Ж–жирный;
- К–коксовый;
- ОС–отощенный. спекающийся;
- С–слабоспекающийся;
- Т – тощий.

На ТЭЦ применяется уголь марки ОС. Вот его характеристики:

Таблица 2 Характеристика угля ОС

Марки угля	Буквенное обозначение марок	Выход летучих веществ V <sub>г</sub> , %	содержание углерода C <sub>г</sub> , %	теплота сгорания Q <sub>гб</sub> , ккал/кг	Отражательная способность в масляной иммерсии, %
Отощённо-спекающиеся	ОС	15	89	8450-8780	1,75-2,04

## 2.2 СВЕДЕНИЯ ОБ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВАХ В МАШИННОМ ЗАЛЕ ТЭЦ-1

Трансформаторным (изоляционным) маслом заполняются баки силовых трансформаторов и реакторов, масляных выключателей, измерительные трансформаторы и вводы. Масло в трансформаторах и реакторах используется в качестве охлаждающей среды и изоляции. В масляных выключателях оно выполняет роль дугогасящей среды и изоляции

токоведущих частей. На станциях и подстанциях находят применение масла различных марок, выпускаемые по стандартам и техническим условиям. Масла различных марок существенно отличаются по своим диэлектрическим свойствам, поэтому каждое из них предназначается для заливки в оборудование определенных классов напряжения.

Кислотное число, мг КОН/г, не более	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Температура, °С							
вспышки в закрытом тигле, не ниже	135	150	135	135	135	125	95
застывания, не выше	-45	-45	-45	-45	-45	-60	-65
Содержание							
водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствие		-	-	-	-	-
механических примесей	Отсутствие		-	Отсутствие		-	Отсутствие
фенола	-	Отсутствие	-	-	-	-	-
серы, % (мас. доля)	-	0,6	0,3	-	-	-	-
сульфирующихся веществ, % (об.), не более	-	-	-	-	-	-	10
Стабильность, показатели после окисления, не более							
осадок, % (мас. доля)	0,01	Отсутствие		0,01 5	0,015	Отсутствие	
легучие низкомолекулярные кислоты мг КОН/г	0,005	0,005	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
Кислотное число, мг КОН/г	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Стабильность по методу МЭК, индукционный период, ч, не менее	-	-	-	150	120	150	150
Прозрачность	-	Прозрачно при 5°С	Прозрачно при 20°С	-	-	-	-
Тангенс угла диэлектрических потерь при 90°С, %, не более	2,2	1,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Цвет, ед. ЦНТ, не более	1	1	1,5	1	1	1	-
Коррозия на медной пластинке	Выдерживает	-	Выдерживает				
Показатель преломления, не более	1,505	-	-	-	-	-	-
Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup> , не более	895	-	885	895	895	895	-

## 2.3 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Электрическая станция – энергетическая установка, служащая для преобразования природной энергии в электрическую. Тип электрической станции определяется прежде всего видом природной энергии.

Наибольшее распространение получили тепловые электрические станции (ТЭС), на которых используется тепловая энергия, выделяемая при сжигании органического топлива (уголь, нефть, газ и др.).

На тепловых электростанциях вырабатывается около 76% электроэнергии, производимой на нашей планете.

Это обусловлено наличием органического топлива почти во всех районах нашей планеты; возможностью транспорта органического топлива с места добычи на электростанцию, размещаемую близ потребителей энергии; техническим прогрессом на тепловых электростанциях, обеспечивающим сооружение ТЭС большой мощностью; возможностью использования отработавшего тепла рабочего тела и отпуска потребителям, кроме электрической, также и тепловой энергии (с паром или горячей водой) и т.п.

[2]

Тепловые электрические станции, предназначенные только для производства электроэнергии, называют конденсационными электрическими станциями (КЭС).

Электростанции, предназначенные для комбинированной выработки электрической энергии и отпуска пара, а также горячей воды тепловому

потребителю имеют паровые турбины с промежуточными отборами пара или с противодавлением.

На таких установках теплота отработавшего пара частично или даже полностью используется для теплоснабжения, вследствие чего потери теплоты с охлаждающей водой сокращаются.

Однако доля энергии пара, преобразованная в электрическую, при одних и тех же начальных параметрах на установках с теплофикационными турбинами ниже, чем на установках с конденсационными турбинами.

Теплоэлектростанции, на которых отработавший пар наряду с выработкой электроэнергии используется для теплоснабжения, называют теплоэлектроцентралями (ТЭЦ).[3]

#### Основные принципы работы ТЭС

На рис.1 представлена типичная тепловая схема конденсационной установки на органическом топливе.

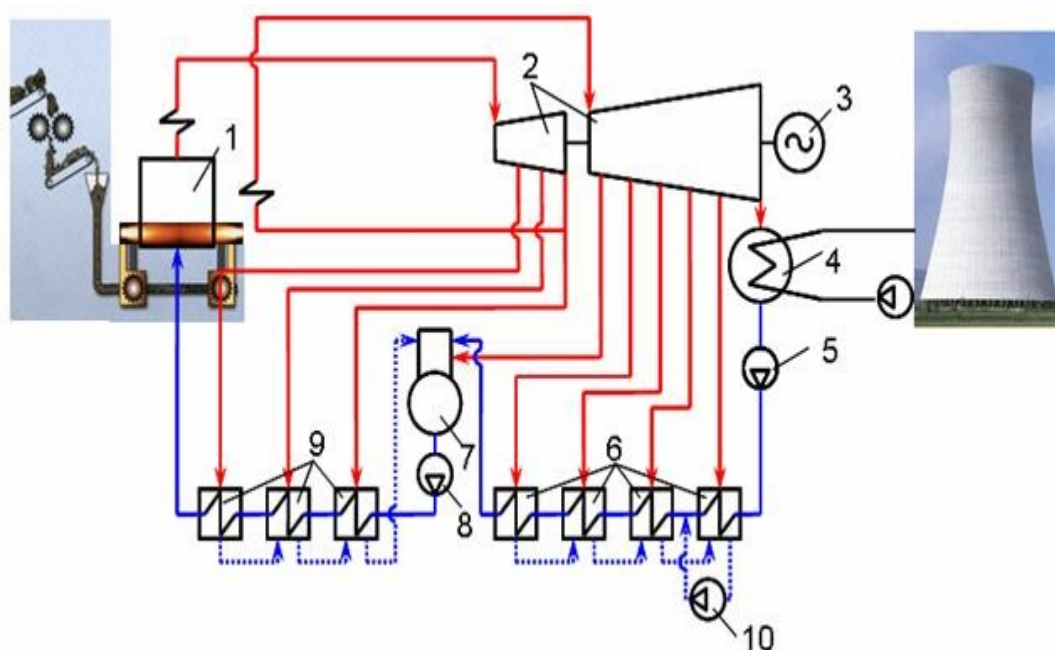


Рис.1 Принципиальная тепловая схема ТЭС

1 – паровой котёл; 2 – турбина; 3 – электрогенератор; 4 – конденсатор; 5 – конденсатный насос; 6 – подогреватели низкого давления; 7 – деаэратор; 8 – питательный насос; 9 – подогреватели высокого давления; 10 –

дренажный насос.

Эту схему называют схемой с промежуточным перегревом пара. Как известно из курса термодинамики, тепловая экономичность такой схемы при одних и тех же начальных и конечных параметрах и правильном выборе параметров промежуточного перегрева выше, чем в схеме без промежуточного перегрева.

Рассмотрим принципы работы ТЭС. Топливо и окислитель, которым обычно служит подогретый воздух, непрерывно поступают в топку котла (1). В качестве топлива используется уголь, торф, газ, горючие сланцы или мазут.

Большинство ТЭС нашей страны используют в качестве топлива угольную пыль. За счёт тепла, образующегося в результате сжигания топлива, вода в паровом котле нагревается, испаряется, а образовавшийся насыщенный пар поступает по паропроводу в паровую турбину (2). Назначение которой превращать тепловую энергию пара в механическую энергию.

Все движущиеся части турбины жёстко связаны с валом и вращаются вместе с ним. В турбине кинетическая энергия струй пара передается ротору следующим образом. Пар высокого давления и температуры, имеющий большую внутреннюю энергию, из котла поступает в сопла (каналы) турбины. Струя пара с высокой скоростью, чаще выше звуковой, непрерывно вытекает из сопел и поступает на рабочие лопатки турбины, укрепленные на диске, жёстко связанном с валом. При этом механическая энергия потока пара превращается в механическую энергию ротора турбины, а точнее говоря, в механическую энергию ротора турбогенератора, так как валы турбины и электрического генератора (3) соединены между собой. В электрическом генераторе механическая энергия преобразуется в электрическую энергию.

После паровой турбины водяной пар, имея уже низкое давление и температуру, поступает в конденсатор (4). Здесь пар с помощью

охлаждающей воды, прокачиваемой по расположенным внутри конденсатора трубкам, превращается в воду, которая конденсатным насосом (5) через регенеративные подогреватели (6) подаётся в деаэратор (7).

Деаэратор служит для удаления из воды растворённых в ней газов; одновременно в нём, так же как в регенеративных подогревателях, питательная вода подогревается паром, отбираемым для этого из отбора турбины. Деаэрация проводится для того, чтобы довести до допустимых значений содержание кислорода и углекислого газа в ней и тем самым понизить скорость коррозии в трактах воды и пара.

Деаэрированная вода питательным насосом (8) через подогреватели (9) подаётся в котельную установку. Конденсат греющего пара, образующийся в подогревателях (9), перепускается каскадно в деаэратор, а конденсат греющего пара подогревателей (6) подаётся дренажным насосом (10) в линию, по которой протекает конденсат из конденсатора (4).[1]

Наиболее сложной в техническом плане является организация работы ТЭС на угле. Вместе с тем доля таких электростанций в отечественной энергетике высока (~30%) и планируется её увеличение.

Технологическая схема такой электростанции, работающей на углях, показана на рис.2.



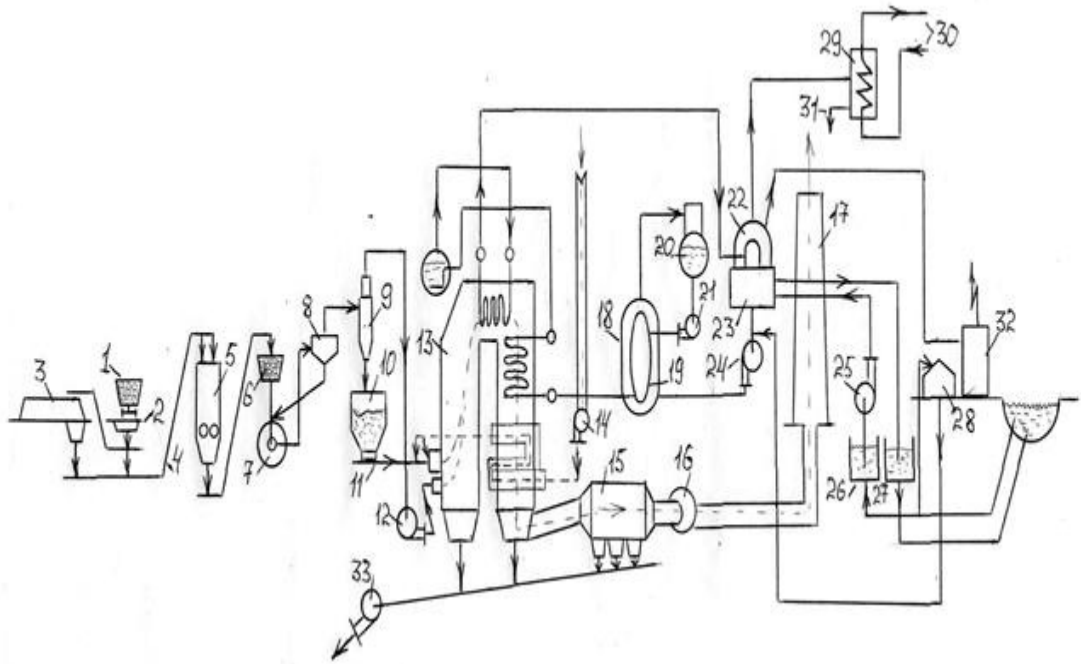


Рисунок.3 Технологическая схема пылеугольной ТЭС

1 – железнодорожные вагоны; 2 – разгрузочные устройства; 3 – склад; 4 – ленточные транспортёры; 5 – дробильная установка; 6 – бункера сырого угля; 7 – пылеугольные мельницы; 8 – сепаратор; 9 – циклон; 10 – бункер угольной пыли; 11 – питатели; 12 – мельничный вентилятор; 13 – топочная камера котла; 14 – дутьевой вентилятор; 15 – золоуловители; 16 – дымососы; 17 – дымовая труба; 18 – подогреватели низкого давления; 19 – подогреватели высокого давления; 20 – деаэратор; 21 – питательные насосы; 22 – турбина; 23 – конденсатор турбины; 24 – конденсатный насос; 25 – циркуляционные насосы; 26 – приемный колодец; 27 – сбросной колодец; 28 – химический цех; 29 – сетевые подогреватели; 30 – трубопровода; 31 – линия отвода конденсата; 32 – электрическое распределительное устройство; 33 – багерные насосы.

Топливо в железнодорожных вагонах (1) поступает к разгрузочным устройствам (2), откуда с помощью ленточных транспортёров (4) направляется на склад (3), со склада топливо подаётся в дробильную

установку (5). Имеется возможность подавать топливо в дробильную установку и непосредственно от разгрузочных устройств. Из дробильной

установки топливо поступает в бункера сырого угля (6), а оттуда через питатели – в пылеугольные мельницы (7). Угольная пыль пневматически транспортируется через сепаратор (8) и циклон (9) в бункер угольной пыли (10), а оттуда питателями (11) к горелкам. Воздух из циклона засасывается мельничным вентилятором (12) и подаётся в топочную камеру котла (13).

Газы, образующиеся при горении в топочной камере, после выхода из неё проходят последовательно газоходы котельной установки, где в пароперегревателе (первичном и вторичном, если осуществляется цикл с промежуточным перегревом пара) и водяном экономайзере отдают теплоту рабочему телу, а в воздухоподогревателе – подаваемому в паровой котёл воздуху. Затем в золоуловителях (15) газы очищаются от летучей золы и через дымовую трубу (17) дымососами (16) выбрасываются в атмосферу.

Шлак и зола, выпадающие под топочной камерой, воздухоподогревателем и золоуловителями, смываются водой и по каналам поступают к багерным насосам (33), которые перекачивают их на золоотвалы.

Воздух, необходимый для горения, подаётся в воздухоподогреватели парового котла дутьевым вентилятором (14). Забирается воздух обычно из верхней части котельной и (при паровых котлах большой производительности) снаружи котельного отделения.

Перегретый пар от парового котла (13) поступает к турбине (22).

Конденсат из конденсатора турбины (23) подаётся конденсатными насосами (24) через регенеративные подогреватели низкого давления (18) в деаэратор (20), а оттуда питательными насосами (21) через подогреватели высокого давления (19) в экономайзер котла.

Потери пара и конденсата восполняются в данной схеме химически обессоленной водой, которая подаётся в линию конденсата за конденсатором

турбины.

Охлаждающая вода подаётся в конденсатор из приемного колодца (26) водоснабжения циркуляционными насосами (25). Подогретая вода сбрасывается в сбросной колодец (27) того же источника на некотором расстоянии от места забора, достаточном для того, чтобы подогретая вода не подмешивалась к забираемой. Устройства для химической обработки добавочной воды находятся в химическом цехе (28).

В схемах может быть предусмотрена небольшая сетевая подогревательная установка для теплофикации электростанции и прилегающего посёлка. К сетевым подогревателям (29) этой установки пар поступает от отборов турбины, конденсат отводится по линии (31). Сетевая вода подводится к подогревателю и отводится от него по трубопроводам (30).

Выработанная электрическая энергия отводится от электрического генератора к внешним потребителям через повышающие электрические трансформаторы.

Для снабжения электроэнергией электродвигателей, осветительных устройств и приборов электростанции имеется электрическое распределительное устройство собственных нужд (32)

### 3. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ОБСТАНОВКИ ПРИ ПОЖАРЕ В МАШИННОМ ЗАЛЕ ТЭЦ-1

Развитие пожара в машинных залах электростанций во многом зависит от характера возникновения горения (воспламенение паров масла, взрыв, КЗ и т. п.). Наиболее интенсивно развиваются пожары при взрывах, когда возникает множество очаговых повреждений систем соседних генераторов, турбин, в результате чего возможны выход водорода из системы охлаждения, растекание масла, образование КЗ на линиях оперативного тока, контрольных и силовых кабелей. Могут иметь место обрушения ограждающих конструкций здания.

При аварии маслосистем и горении масла обстановка осложняется тем, что масло через неплотности и проемы растекается на нижерасположенные отметки в кабельные каналы, туннели и полуэтажи. В пламени оказываются масляные емкости и маслопроводы других блоков. При этом выделяется большое количество дыма, что часто не позволяет дежурному персоналу произвести все необходимые операции по оперативному плану тушения и обеспечить постоянный контроль других агрегатов. Сложность обстановки при горении масла заключается в том, что емкости маслосистем, маслопроводы, насосы находятся на нулевой отметке, где происходит горение растекающегося масла, тогда как генераторы и турбины со всеми приборами контроля и управления находятся выше нулевой отметки, в зоне действия дыма и пламени. Скорость распространения огня по площади может достигать 25 м<sup>2</sup>/мин.

К наиболее пожароопасному оборудованию ТЭЦ-1 относятся:

- мазутопроводы от баков до котлоагрегатов в котельном цехе.
- СЭУ-4М с газопроводом до ТГ-7 и ресиверами в количестве трех штук.
- ТГ-7, заполненный водородом.
- маслопроводы и маслохозяйство ТГ-1,2,3,6,7.
- аккумуляторные баки турбинного цеха.
- кабельные отсеки и кабельные полуэтажи.

Анализируя расположение оборудования можно выделить его наибольшую плотность расположения в главном корпусе, следовательно наибольшая вероятность возникновения пожара будет именно в цехах главного корпуса.

Это связано с наличием большой удельной пожарной нагрузки в помещениях корпуса, кроме того ряд веществ и оборудования может взрываться увеличивая скорость распространения фронта пожара путем распыления горящих масел, топлив, материалов и конструкций.

По условиям легенды в турбинном цехе произошло разрушение маслопровода с последующими замыканием электросборки и возгоранием разлившегося масла. Помещение турбинного оборудования, находится в здании главного корпуса, занимает площадь машинного зала: ширина 27 м, длина 200 м, высота 29,5 м. В помещении установлены: паровые турбины со вспомогательным оборудованием, коллекторы и трубопроводы с арматурой, эл. оборудование с потоками кабелей и электропроводами, приборы, аппараты и устройства цеха ТАИ с наличием кабелей и сборками.

Горящее масло будет распространяться по машинному залу, до ограничительных бортиков. Площадь пожара будет зависеть от количества вытекаемого масла из масляной системы до остановки главного масляного насоса. Время остановки принимается при ручном отключении – 10 минут.

1) Первичное развитие пожара:

Количество вытекаемого масла:

$$G = f \cdot \omega \cdot \gamma \cdot \tau, \text{ кг};$$

где  $G$  – количество горючего вещества, выходящего наружу, кг;

$f$  – площадь отверстия через которое вещество выходит наружу, м<sup>2</sup>;

$\tau$  – длительность истечения, сек;

$\omega$  – скорость вещества, выходящего через отверстие наружу, м/с;

$\gamma$  – удельный вес вещества, кг м<sup>-3</sup>;

Скорость истечения через отверстие трубопровода:

$$\omega = \mu \cdot \sqrt{2gH}, \text{ м} \cdot \text{с}^{-1};$$

где  $\mu$  – коэффициента расхода;

$g$  – ускорение свободного падения, кгм<sup>-1</sup> · с<sup>-2</sup>;

$H$  – напор, при котором происходит истечение, м;

$$\omega = 0,36 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 120} = 17,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1};$$

Площадь отверстия трубопровода:

$$f = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \text{ м}^2;$$

где  $d$  – диаметр трубопровода, м;

$$f = \frac{3,14 \cdot 0,015^2}{4} = 0,000176 \text{ м}^2;$$

$$G = 0,000176 \cdot 17,5 \cdot 850 \cdot 600 = 1570 \text{ кг};$$

К моменту прибытия первых подразделений растекание масла ограничится бортиками, следовательно площадь составит  $13,5 \cdot 23,5 = 340 \text{ м}^2$ .

#### 1) Температура пожара:

Для определения тепловых потоков на пожаре необходимо знать температуру на поверхности конструкций и в объеме помещения.

Среднеобъемная температура и температура поверхностей ограждающих конструкций, обращенных к очагу пожара (обогреваемых поверхностей) зависит от вида помещения и количества горючей нагрузки в помещении, характеристики окружающей среды и целого ряда случайных факторов, сопровождающих пожар, влияющих на его развитие.

В начальной стадии развития пожара в помещении идет медленное изменение среднеобъемной температуры, так как тепло, выделяемое при горении, идет на нагрев воздуха в помещении и нагрев горючей нагрузки. Тепловое воздействие на строительные конструкции в начальной стадии (особенно на вертикальные конструкции) незначительно.

Поверхность теплообмена в машинном зале:

$$S = S_{\text{п}} + S_{\text{пер}} + S_{\text{ст}}, \text{ м}^2;$$

где  $S_{п}$  – площадь пола, м<sup>2</sup>;

$S_{пер}$  – площадь перекрытий, м<sup>2</sup>;

$S_{ст}$  – площадь ограждающих конструкций, м<sup>2</sup>;

$$S = 39 \cdot 132 + 39 \cdot 132 + 2 \cdot (39 \cdot 30) + 2 \cdot (132 \cdot 30) = 15300 \text{ м}^2;$$

Плотность теплового потока:

$$q = \frac{\beta \cdot Q_H^P \cdot \mu \cdot f}{S}, \text{ кДж} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{ч};$$

где  $\beta$  – коэффициент недожога;

$f$  – площадь пожара, м<sup>2</sup>;

$Q_H^P$  – низшая теплота сгорания турбинного масла, кДж кг<sup>-1</sup>;

$\mu$  – массовая скорость выгорания масла, кгм<sup>-1</sup> · ч<sup>-1</sup>;

$S$  – площадь ограждающих конструкций, м<sup>2</sup>;

$$q = \frac{0,9 \cdot 43069 \cdot 135 \cdot 340}{15300} = 125785 \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2};$$

или  $q = 48,9 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ .

Характерный линейный размер при теплообмене:

$$l = \sqrt{b \cdot H}, \text{ м}$$

где  $b$  – ширина здания, м;

$H$  – высота здания, м;

$$l = \sqrt{39 \cdot 30} = 34 \text{ м};$$

Далее задача решается методом последовательных приближений.

Среднеобъемную температуру среды  $t_f$  через 10 минут  $\tau_0 = 14$ ,

принимается равной 300 °С.

Температура на ограждающих поверхностях конструкций:

$$t_{ог} = 0,2(t_f - t_0) + 0,00065((t_f - t_0)^2 + t_0), \text{ °С};$$

где  $t_f$  – температура в помещении через 10 минут после начала пожара;

$t_0$  – нормальная температура помещения, °С;

$$t_{ог} = 0,2(300-20) + 0,00065(300-20)^2 + 20 = 127 \text{ °С}$$

Объем продуктов сгорания:

$$V_r = V_r^0 + V_0(\alpha_m - 1), \text{ м}^3 \text{ кг}^{-1}$$

где  $V_r^0$  - объем продуктов горения 1 кг масла, м<sup>3</sup> кг<sup>-1</sup>;

$V_0$  – теоретический объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг масла, м<sup>3</sup> кг<sup>-1</sup>;

$$V_r = 10,3 \cdot 10,4 \cdot (2-1) = 20,7 \text{ м}^3 \text{ кг}^{-1};$$

Теплоемкость продуктов горения при  $t_f = 300^\circ \text{ С}$  и  $\alpha_m = 2$  условно принимается равной:

$$C_p = 1,35 \text{ кДж м}^{-1} \cdot \text{град}^{-1};$$

Вывод: На основании расчетов можно сделать вывод о том, что площадь пожара зависит от площади вытекаемого масла, которая составляет 340 м<sup>2</sup>, то есть к моменту прибытия подразделений, растекание ограничиться бортиками.

#### 4. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УЛАН-УДЭНСКОЙ ТЭЦ 1 В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА В МАШИННОМ ЗАЛЕ

Мероприятия по повышению устойчивости функционирования Улан-



Удэнской ТЭЦ 1 можно разделить на инженерно-технические и организационные.

Мероприятия направленные на повышения устойчивости функционирования ТЭЦ -1

Таблица 5 . Организационные мероприятия

№ п/а	Наименование мероприятия	Исполнитель
1	Повышение квалификации персонала обслуживающих агрегаты машинного зала	Главный инженер
2	Подготовка на предприятии в системе обучения по вопросам ГО и ЧС	Начальник ГО и ЧС Главный инженер
3	Проведение командно штабных учений и тренировок	Начальник ГО и ЧС Директор ТЭЦ
4	Повышение готовности и увеличение численности пожарно-спасательных и аварийно спасательных подразделений, аварийно-спасательных формирований	Начальник ГО и ЧС Директор ТЭЦ
5	Создание финансовых и материально технических ресурсов - Запас необходимых запасных частей и расходных материалов	Коммерческий отдел Директор

Таблица 6 Инженерно-технологические мероприятия

№ п/а	Наименование мероприятия	Исполнитель
1	Строительство защитных и инженерно технических сооружений -Установка противопожарной сигнализации и системы автоматического пожаротушения	Заместитель директора по строительной части
2	Модернизация и обновление основных производственных фондов и систем аварийной защиты -Реконструкция ТГ-7 с заменой турбины -Реконструкция котла БКЗ-75-39 ст.№5 -Реконструкция котлов БКЗ-220-90 ст.№6,7,8,9( замена кубов ВЗП и ПИР) -Реконструкция автоматики выделения собственных нужд -Реконструкция ОРУ-110кВ с заменой трансформатора 14Т	Главный инженер

3	Выполнение планово-предупредительных работ	Главный инженер
---	--	-----------------

Таблица 7 Инженерно-технические мероприятия

№ п/а	Наименование мероприятия	Исполнитель
1	Установка видеонаблюдения в машинном зале	Инженер по технике безопасности
2	Совершенствование локальной системы оповещения	Инженер по технике безопасности
3	Заблаговременное создание мобильных запасных пунктов управления	Инженер по технике безопасности
4	Приобретение специального аварийно-спасательного и другого оборудования и снаряжения -Набор гидравлического инструмента -Средства спасения и самоспасения людей -Средства индивидуальной защиты	Начальник ГО и ЧС

В настоящее время машинный зал ТЭЦ-1 подготовлен к работе в условиях пожара следующим образом:

- налажено бесперебойное энергоснабжения и материально-техническое обеспечение всего технологического процесса;

- оперативный персонал цеха индивидуальными средствами защиты обеспечен на 100%,

- подготовлены инженерно-технические мероприятия и создан запас материальных средств, необходимых для восстановления производства;

- согласно ежегодному «Плану основных мероприятий по вопросам Гражданской обороны, предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности на 2009-2012 года», утвержденному директором «Генерация Бурятии» 30.11.2009 г. и согласованному с Управлением по чрезвычайным ситуациям г. Улан-Удэ 01.12.2009 г. регулярно проводятся учения и объектовые тренировки, на которых отрабатываются вопросы управления производством в условиях пожара.

- заблаговременно разработаны в марте 2009 года и согласованы с отделом по ЧС Железнодорожного района г. Улан-Удэ в апреле 2009

года,откорректированы в январе 2010 года планы по предупреждению или ликвидации пожара в машинном зале на Улан-Удэнской ТЭЦ-1.

-полнота проведения мероприятий по предупреждению и смягчению последствий пожара

- разработаны в январе 2010 года планы работы комиссии по повышению устойчивости работы предприятия в условиях ЧС, определены их очередность и способы проведения, стоимость, силы, средства, запас материалов, необходимые для реализации планов;

-проведена оценка технологических процессов, исходя из специфики производства, надежности, взаимозаменяемости и защищенности основных технологических потоков, отдельных производств, участков, что позволило создать необходимые запасы деталей, узлов и других комплектующих элементов. В ряде случаев предусматриваются изменения в технологическом процессе в сторону его упрощения, использование местного сырья и защиту наиболее уязвимых участков;

-проводится большая работа по улучшению надежности управления деятельностью объекта, качеством и готовностью связи, оповещения, разработкой документов, подготовкой руководящего состава к работе в условиях пожара и наличием дублеров у руководителей и специалистов.

Готовность систем управления к работе в условиях пожара.

Имеет целью, прежде всего обеспечение бесперебойного функционирования объектов энергетики, принятие обоснованных решений по восполнению дефицита продукции, образовавшегося в результате выхода из строя. Подготовка инженерно-технического персонала всех звеньев к взаимозаменяемости с учетом убыли персонала.

Оценка защищенности объекта в реализации мероприятий составляет 70%.

Таблица 4. Специализированные аварийно-ремонтные бригады Улан-Удэнской ТЭЦ-1:

№ п/п	Наименование группы	Количество человек
1	Группа ремонта основного электрооборудования и агрегатов турбинного цеха	10
2	Группа ремонта котельного оборудования и дымососов	16
3	Группа ремонта конвейерных линий подачи топлива	10
4	Группа ремонта средств связи и оповещения	5
5	Группа ремонта гидротехнических сооружений	5
6	Группа ремонта электрооборудования	10
7	Группа МТО	10
8	Итого	66

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В курсовой работе по теме «Устойчивость функционирования Улан-Удэнской теплоэлектростанции в условиях пожара в машинном зале» была дана характеристика Улан-Удэнской теплоэлектростанции № 1 (ТЭЦ-1), описаны потенциально опасные технологические процессы и производства. На основании этих данных проведено прогнозирование и дана оценка обстановки при пожаре в машинном зале и разработаны основные направления и мероприятия по повышению устойчивости функционирования Улан-Удэнской ТЭЦ -1 в условиях пожара в машинном зале.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1.Справочник спасателя. Книга 5., Спасательные и другие неотложные работы при пожарах. ВНИИ ГОЧС –М.:1995., 107 стр.
2. Приказ МВД РФ от 5 июля 1995 г. N 257 "Об утверждении нормативных правовых актов в области организации деятельности Государственной противопожарной службы",  
Приложение N 2. Боевой устав пожарной охраны (с изменениями от 6 мая 2000 г.)
3. Акимов В.А., Воробьев Ю.Л., Фалеев М.И. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера. Учебное пособие. – М. : Высш. шк., 2006 – 592 с.
4. Сборник методик по прогнозированию возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий в РСЧС. Книга 1. Методика оценки последствий пожара. –М.: ВНИИ ГОЧС, 1994.
5. Организация и ведение гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера / Под общ. ред. Г.Н. Кириллова. – М.: ИРБ, 2002.
- 6 .План повышения защищённости критически важного объекта Улан-Уденской ТЭЦ-1  
«Генерации Бурятии» филиал ОАО «ТГК-14»- Министерство энергетики Р.Ф. Открытое акционерное общество «Территориальная Генерирующая Компания №14». Филиал «Генерация Бурятии»
7. Методические указания для выполнения курсового проекта по дисциплине:« Устойчивость объектов экономики в условиях ЧС» -Улан-Удэ.: Ханхунов Ю.М.