

V Всероссийская научно-практическая конференция
«ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА»
121-1 16-17 декабря 2020г.

УДК 621.311

А.С. МАЛЮКОВ, магистр гр. ТЭСа-о20 (ЮРГПУ (НПИ))
К.А. НАГИНАЕВ, магистр гр. ТЭСа-о19 (ЮРГПУ (НПИ))
Научный руководитель С.В СКУБИЕНКО, к.т.н., (ЮРГПУ(НПИ))
г. Новочеркасск

ПРИЧИНЫ УХУДШЕНИЯ ВАКУУМА В КОНДЕНСАТОРЕ ЭНЕРГОБЛОКА ТЭС

Тепловые электрические станции являются основными производителями электрической энергии в России. Порядка 68% электрической энергии в ЕЭС вырабатывается на ТЭС и АЭС [1].

Система технического водоснабжения энергоблока, является одной из важнейших технических систем от которой напрямую зависит надежность и эффективность работы всей станции. Основным потребителем технической воды на ТЭС является конденсатор турбоустановки, в котором охлаждающая вода используется для конденсации отработанного пара и поддержания оптимального значения вакуума [2]. Ухудшение значения вакуума в конденсаторе приводит к увеличению расхода топлива и уменьшению выработки электроэнергии. С увеличением давления в конденсаторе повышаются выходные потери, что приводит к снижению мощности энергоблока и уменьшению коэффициента полезного действия. Принято считать, что оптимальная кратность охлаждения находится в пределах 40 - 60 кг/кг. Во многом кратность охлаждения зависит от температуры окружающей среды. Обычно в зимний период кратность охлаждения вдвое меньше, чем в летний [3].

Значение вакуума в конденсаторе является одним из важнейших параметров, оказывающих влияние на эффективность и экономичность работы паровой турбины. По данным отечественных и зарубежных исследований было установлено, что ухудшение вакуума на 1 % приводит к уменьшению КПД энергоблока на 1—2%. В связи с этим на ТЭС, контроль значения вакуума и поддержания его в оптимальных пределах, установленных эксплуатационной инструкцией, является одной из важнейших технических задач [4].

В ходе эксплуатации электростанции возможно падение вакуума, при этом ухудшение вакуума может быть, как плавным, так и резким (срыв вакуума). В основном плавное снижение вакуума связано со следующими причинами:

**V Всероссийская научно-практическая конференция
«ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА»
121-2 16-17 декабря 2020г.**

1. Присосы воздуха в конденсатор. Воздух оказывается в паре из-за того, что он проходит через неплотные фланцы и через уплотнения вала турбины и смешивается с паром. Парциальное давление воздуха будет увеличиваться по мере увеличения кол-ва воздуха в конденсаторе. Воздух обладает плохой теплопроводностью поэтому пару затруднительно передать свою теплоту охлаждающей воде. Так же наличие воздуха в паре снижает значение вакуума в следствии повышения парциального давления воздуха. При охлаждении пара с примесями воздуха температура конденсата будет ниже температуры насыщения в конденсаторе; температура конденсата будет соответствовать парциальному давлению пара, которое ниже давления смеси пара с воздухом.

Переохлаждение конденсата ведет за собой поглощением кислорода конденсатом. Кислород является достаточно сильным окислителем и присутствие его в паре и питательной воде (конденсате) достаточно сильно скаживается на трубопроводы, теплообменники и т.д, так как он вызывает интенсивную коррозию металла [5].

Содержание кислорода в насыщенном паре возможно снизить до минимальных значений, в том случае, когда температура конденсата будет равна температуре насыщенного пара, если же температура сконденсированной воды ниже температуры насыщенного пара на один градус, то это дает возможное увеличения кислорода в воде на 0,02 - 0,14 мг/л [6].

2. Объем охлаждающей воды. Для получения оптимального значения вакуума необходим огромный объем охлаждающей воды.

Отношение количества расходуемой воды к количеству конденсируемого пара называется кратностью охлаждения: так если для конденсации 1 кг пара расходуется 70 кг воды, то кратность охлаждения равна 70.

3. Температурный напор. Вакуум будет тем больше, чем больше разница между температурой охлаждающей воды и температурой насыщенного пара.

4. Скорость охлаждающей воды в трубках. Передача теплоты пара воде происходит лучше и быстрее при высокой скорости протекания охлаждающей воды, обычно она составляет от 1,4 до 2,2 м/с. Повышение скорости движения охлаждающей воды не целесообразна ввиду того, что требуется установка более мощных насосов, а также существует опасность разрушения конденсатных трубок.

5. Степень чистоты конденсатных трубок. Передача теплоты, насыщенного пара охлаждающей воде во многом зависит от чистоты трубок конденсатора как с внешней, так и с внутренней стороны их. В большей степени загрязнению подвержена внутренняя часть трубок.

Главным показателем загрязненности конденсатных трубок является снижение разности температур охлаждающей воды и паром.

Вывод: в результате исследования ухудшения вакуума в конденсаторе выяснилось, что на работу данной системы энергоблока влияют следующие факторы:

1. наличие на поверхности труб загрязнение;
 2. сокращение расхода циркуляционной воды;
 3. увеличение температуры циркуляционной воды;
 4. нарушение воздушной плотности вакуумной системы конденсатора;
 5. проблемы при эксплуатации воздухоудаляющих устройств (эжекторов).

Благодарность

*Работа выполнена в рамках реализации проекта №438ГУЦЭС8-Д3/62053 от 05.10.2020
«Разработка программно-технического комплекса по автоматизации пускового эжек-
тора для поддержания эффективного значения вакуума на ТЭС и АЭС» при поддержке
«Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере». Руководитель проекта – Малюков А.С.*

Список литературы:

- 1) 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.
 - 2) Л.С. Стерман, С.А. Тевлин, А.Т. Шарков, Тепловые и атомные электростанции/ Учебник для вузов. Энергоиздат, 1982.—456 с.. ил.
 - 4) Кузнецов Н.В., Митор В.В. Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод). Нормативный метод. М.: Энергия, 1973г. -296с., ил.
 - 5) Клименко А.В., Зорин В.М. (ред.) Тепловые и атомные электростанции: Справочник. Книга 3. 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство МЭИ, 2003. — 648 с.: ил. — (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн. 3). — ISBN:5-7046-0513-3 (кн. 3).
 - 6) С. 46. Основы расчета и проектирования ТЭС и АЭС:Учеб. пособие /С.В. Скубиенко, С.В. Шелепень, В.Н. Балтян – Под общ. ред. С.В. Скубиенко/ Юж.–Рос. гос. техн. ун-т. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2004.– 184 с.

Информация об авторах:

Малюков Алексей Сергеевич, студент гр. ТЭСа-о20, ЮРГПУ(НПИ),
346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, lasvegas18121998@mail.ru

V Всероссийская научно-практическая конференция
«ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА»
121-4 **16-17 декабря 2020г.**

Калашников Артем Сергеевич, магистр гр. ТЭСа-о20, ЮРГПУ(НПИ),
346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения,132

Нагинаев Кирилл Александрович, магистр гр. ТЭСа-о19,
ЮРГПУ(НПИ), 346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения,132

Скубиенко Сергей Витальевич, к.т.н., (ЮРГПУ(НПИ), 346428, г.Но-
вочеркасск, ул. Просвещения,132.