

УДК 62-176.2

Гатина Р.З.

студент

4 курс, факультет «Энергонасыщенных материалов и изделий»

ФГБОУ ВО «КНИТУ»

Гафуров А.М.

инженер I категории УНИР

ФГБОУ ВО «КГЭУ»

Россия, г. Казань

**ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ БИНАРНОГО ЦИКЛА В СОСТАВЕ
ТЕПЛОФИКАЦИОННОЙ ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ ТИПА ПТ-40/50-
8,8/1,3 ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ В 24°C**

Рассматривается способ работы бинарной энергоустановки в составе теплофикационной паровой турбины типа ПТ-40/50-8,8/1,3 при допустимой температуре охлаждающей воды в 24°C для летнего периода времени.

Ключевые слова: паровая турбина, производственный отбор пара, бинарный цикл, низкокипящее рабочее тело.

Gatina R.Z.

4th year student, faculty of «Energy-intensive materials and products»

«KNRTU»

Gafurov A.M.

engineer of the I category «Management of research work»

«KSPEU»

Russia, Kazan

**IMPLEMENTATION OF A BINARY CYCLE AS A PART OF A
EXTRACTION TURBINE PT-40/50-8,8/1,3 AT AN TEMPERATURE OF
THE COOLING WATER IN 24°C**

Mode of work of binary power installation as a part of a extraction turbine PT-40/50-8,8/1,3 at an admissible temperature of the cooling water in 24°C for a summer time span is considered.

Keywords: *steam turbine, production selection of steam, binary cycle, low-boiling working fluid.*

Большинство крупных промышленных предприятий нуждаются в снабжении производственным паром для осуществления своих технологических нужд. В основном снабжение производственным паром осуществляется из отборов паровых турбин близлежащих станций – теплоэлектростанций (ТЭС), что не всегда является экономически оправданным решением. Поэтому в настоящее время промышленные предприятия заинтересованы в установке собственных паровых турбин для снабжения паром и повышения энергетической независимости от внешних источников электроэнергии. Для этих целей используются теплофикационные паровые турбины единичной мощностью до 80 МВт для выработки тепловой и электрической энергии.

В качестве примера рассмотрим теплофикационную паровую турбину производства Калужского турбинного завода (входит в состав «Силовые машины») типа ПТ-40/50-8,8/1,3 (номинальной мощностью 40 МВт и начальными параметрами пара: давление 8,8 МПа и температура 535°C), которая представляет собой одноцилиндровую паровую турбину с двумя регулируемыми отборами пара на производственные нужды и теплофикацию. В летний период времени тепловая нагрузка потребителей может отсутствовать и поддерживаться только производственная нагрузка с отбором пара в 11 кг/с, тем самым данная паровая турбина будет функционировать в конденсационном режиме со значительным пропуском пара в конденсатор до 30 кг/с [1, 2].

При этом в конденсаторе паровой турбины типа ПТ-40/50-8,8/1,3 может поддерживаться низкое давление пара равное 10 кПа (допустимо ухудшение вакуума от 5,5 кПа до 17,8 кПа), что соответствует температуре насыщения в 45,81°C. Процесс конденсации 1 кг пара сопровождается высвобождением скрытой теплоты парообразования (ранее затраченная на испарение) равная примерно 2132 кДж/кг, которая в настоящее время отводится с помощью охлаждающей воды в окружающую среду. В летний период времени конденсаторы паровых турбин типа ПТ-40/50-8,8/1,3 являются источниками сбросной низкопотенциальной теплоты с температурой в 45,81°C, а окружающая среда – прямой источник холода с допустимой температурой охлаждающей воды в 24°C. Имеющийся теплоперепад можно сработать с помощью бинарной энергоустановки с замкнутым контуром циркуляции на низкокипящем рабочем теле [3].

Бинарный термодинамический цикл – совокупность двух термодинамических циклов, осуществляемых двумя рабочими телами так, что теплота, отводимая в одном цикле, используется в другом цикле.

Предлагается использование бинарной энергоустановки в составе теплофикационной паровой турбины типа ПТ-40/50-8,8/1,3, где реализуется термодинамический цикл Ренкина на основе парового контура с отводом теплоты в холодном источнике второму контуру на низкокипящем рабочем теле (рис. 1). В качестве низкокипящего рабочего тела для бинарной энергоустановки в составе паровой турбины типа ПТ-40/50-8,8/1,3 предлагается использовать сжиженный пропан C_3H_8 [4].

При использовании сжиженного пропана C_3H_8 не возникает проблем с осуществлением выбора конструкционных материалов деталей теплообменника-испарителя, теплообменника-конденсатора, турбодетандера (турбины) и насоса.

скрытой теплоты парообразования равного примерно 64 МВт, которая отводится на нагрев и испарение сжиженного газа C_3H_8 с расходом в 191 кг/с до температуры перегретого газа в $40,81^\circ C$. На выходе из теплообменника-конденсатора паровой турбины полученный перегретый газ C_3H_8 направляют в турбодетандер, где в процессе расширения газа происходит снижение его температуры и давления, а мощность на валу турбодетандера передается соединенному на одном валу электрогенератору. После турбодетандера газообразный пропан с температурой в $33,86^\circ C$ направляют в теплообменник-конденсатор водяного охлаждения, который охлаждается технической водой окружающей среды при допустимой температуре в $24^\circ C$ для летнего периода времени. В процессе охлаждения газообразного пропана ниже его температуры насыщения происходит процесс интенсивного сжижения, после чего сжиженный газ с температурой в $32^\circ C$ направляют в насос и цикл повторяется [5, 6].

Известно, что при традиционном способе охлаждения 1 кг пара в конденсаторе паровой турбины требуется прокачивать около 45-60 кг охлаждающей воды с затратами электрической мощности на циркуляционные насосы в среднем 12 кВт. В данном случае при расходе пара в конденсатор до 30 кг/с затраты электрической мощности на циркуляционные насосы составили бы около 0,36 МВт.

Таким образом, использование бинарной энергоустановки в составе теплофикационной паровой турбины типа ПТ-40/50-8,8/1,3 в летний период времени с допустимым температурным перепадом в $21,81^\circ C$ обеспечивает экономию расхода электроэнергии на собственные нужды станции (промышленных предприятий) и позволяет дополнительно вырабатывать электроэнергию в 0,16 МВт без использования дополнительного топлива и без увеличения эмиссии вредных веществ.

Использованные источники:

1. Салманов А.А. Утилизационная ТЭЦ Новолипецкого металлургического комбината. // Турбины и дизели. – 2012. – №5. – С. 2-5.
2. Паровые турбины малой и средней мощности производства КТЗ. [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://oaoktz.ru/products/steam_turbines/Default.aspx?section_id=232&element_id=15163.
3. Номенклатура выпускаемой продукции КТЗ. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://nnhpe.spbstu.ru/wp-content/uploads/2015/02/Nomenklatura-KTZ-2014-g.pdf>.
4. Гафуров А.М., Усков Д.А., Осипов Б.М. Модернизация энергоблока ГТУ-ТЭЦ с применением теплоутилизирующих установок. // Энергетика Татарстана. – 2012. - № 2. – С. 10-16.
5. Патент на изобретение № 2555600 РФ. Способ работы тепловой электрической станции / Гафуров А.М. 10.07.2015 г.
6. Патент на изобретение № 2555597 РФ. Способ работы тепловой электрической станции / Гафуров А.М. 10.07.2015 г.