

УДК 621.51

**ОБОСНОВАНИЕ МЕСТА И СПОСОБА ПОДАЧИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ
В СО ЧНД
JUSTIFICATION OF THE PLACE AND METHOD OF SUPPLYING THE
COOLANT TO THE LPP**

Дудинец А. С., Пашкевич И. Д.

Научный руководитель – З.Б. Айдарова, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
aidarova@bntu.by

A. Dudinets, I. Pashkevich

Supervisor – Z. Aidarova, Senior Lecturer

Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: место и способ подачи теплоносителя в СО ЧНД

Abstract: the place and method of supplying the coolant to the LPP

Ключевые слова: эрозионнобезопасный слабовлажный уровень, теплоноситель, насыщенное состояние, охлаждения, турбина

Keywords: erosion-free low-moisture level, coolant, saturated state, cooling, turbine

Введение

При разработке новых схем охлаждения ЧНД ТПТУ важным вопросом является выбор теплоносителя или рабочего тела для охлаждения. Наибольшую опасность для ЧНД представляет влага, состоящая из процессной влаги, влаги из систем орошения выхлопного патрубка (организованной) и влаги стекающей со стенок выхлопного патрубка и конуса заднего подшипника турбин (неорганизованной). Именно неорганизованная - наиболее опасна.

Основная часть

Основным направлением в выборе теплоносителя для схем охлаждения является паровое охлаждение. Для удобства анализа минимального вентиляционного пропуска пара запишем уравнение энергии для СО ЧНД в виде

$$D_k^{min} = N^{чнд} / (i_2^{чнд} - i_0^{чнд}), \quad (1)$$

где $N^{чнд}$ – мощность ЧНД. В рамках данной задачи выражение (1) удобно переписать в расчете на удельные величины, в частности, на единицу мощности потребляемой в ЧНД, тогда

$$D_k^{min} = 1 / (i_2^{чнд} - i_0^{чнд}), \quad (2)$$

где $i_2^{чнд}$ и $i_0^{чнд}$ - теплосодержание пара перед и за ЧНД.

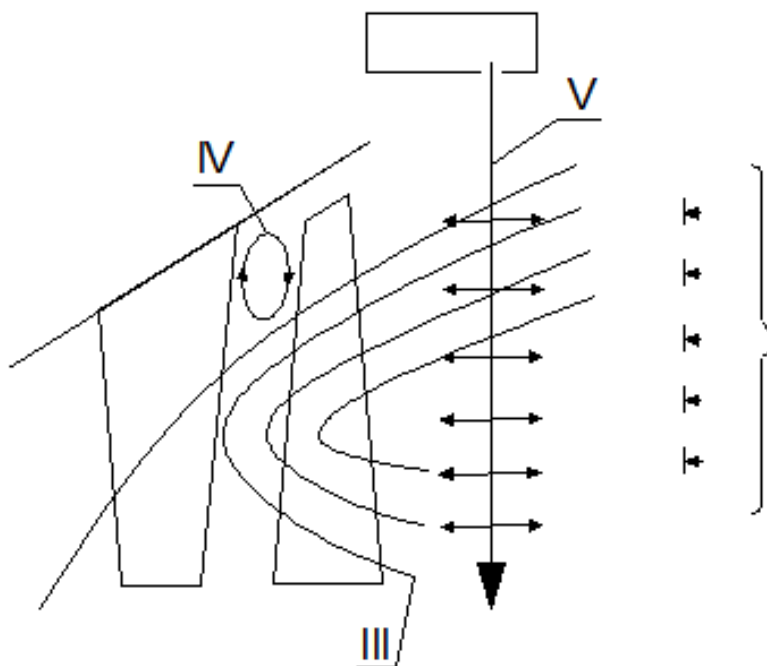


Рисунок 1 - Результаты исследований влияния термодинамического состояния охлаждающего пара на его расход (зона рекомендуемого состояния заштрихована).

Из выражения (2) видна гиперболическая зависимость $D_{\text{к}}^{\text{min}}$ от $i_0^{\text{ЧНД}}$. Практический интерес представляет анализ влияния состояния пара от эрозионнобезопасного слабовлажного уровня (не более 4...5%) до перегретого состояния. Результаты исследований обобщены на рис. 1. При изменении состояния пара от влажнопарового с влажностью 5% до состояния насыщения расход пара на охлаждение меняется почти вдвое, а перевод в перегретое состояние исключает к такому пару интерес как к охладителю; так как такой пар может снимать незначительное количество энергии потерь трения и вентиляции в ЧНД. Названный диапазон от насыщенного состояния до слабовлажного (не более 5% влажности) и может рекомендоваться как теплоноситель для СО. Дальнейшее увлажнение пара свыше 5% дает незначительный эффект, но при этом существенно повышается опасность влажнопаровой эрозии. Применение перегретого пара в СО приводит к увеличению минимального вентиляционного пропуска пара в ЧНД ($D_{\text{к}}^{\text{min}}$) и росту потери в холодном источнике, то есть к неоправданному снижению экономичности ТПТУ. Эти соображения и были положены в основу разработки новых схем охлаждения ЧНД ТПТУ.

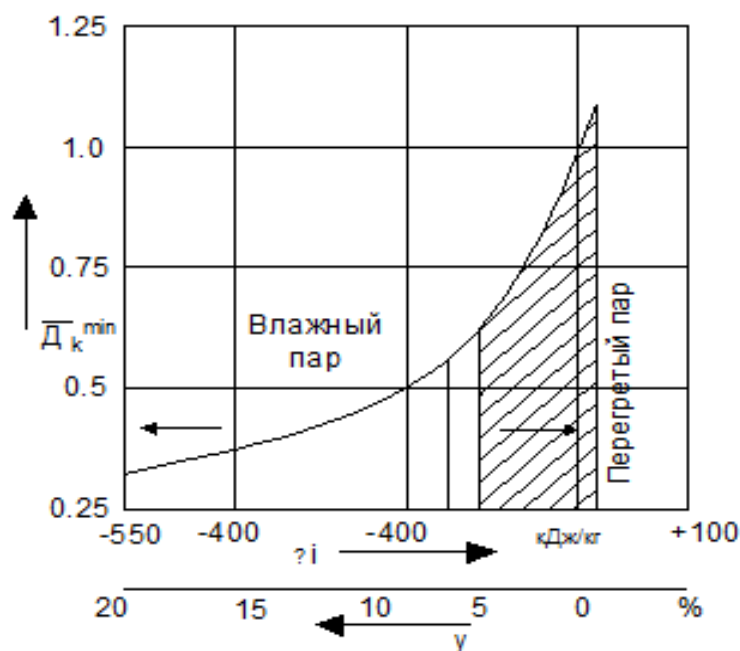


Рисунок 2 - Принципиальная схема организации щадящего ЧНД турбины
1 – рабочий пар; 2 – заблокированная влага; 3 – корневой вихрь; 4 – торовой вихрь; 5 – охлаждающий пар.

Важнейшим аспектом в организации охлаждения ЧНД является место подачи охлаждающего потока пара. Основными исходными предпосылками должны быть при этом обеспечение максимальной надежности работы ЧНД и минимума потерь в холодном источнике. Многочисленные экспериментальные данные показывают на незначительный разогрев рабочего потока пара вплоть до последней ступени. Другими словами, более 3/4 разогрева пара в ЧНД приходится на последнюю ступень. По этим причинам при организации охлаждения ЧНД основное внимание должно быть уделено как охлаждению, так и защите последней ступени. Крайне важно, чтобы охлаждающий пар выполнял еще и защитные функции для последней ступени. Это, прежде всего, защиту от эрозии выходных кромок ее рабочих лопаток крупнодисперсной влагой, поступающей со стороны выхлопа, во-вторых, подача охлаждающего пара должна уменьшать градиенты температур в последней ступени, в-третьих, если не устранить влияние торового вихря на вибросостояние рабочих лопаток последней ступени, то, по меньшей мере, ослабить это влияние. Решить эту триединую задачу можно подачей охлаждающего пара в виде кольцевого защитного экрана за последнюю ступень. Схема организации щадящего охлаждения ЧНД теплофикационной паровой турбины показана на рис. 1.2. Этот холодный паровой экран обеспечит наиболее щадящее охлаждение последней ступени, поскольку будет затянут в последнюю ступень корневым вихрем. С другой стороны, наполнение корневого вихря насыщенным или слабовлажным паром отсечет от выходных кромок эрозионноопасную влагу, что снимет проблему эрозии выходных кромок последней лопатки и благоприятно повлияет на ослабление торового вихря. Дополнительно торовой вихрь можно ослабить противоточной, по отношению к нему, подачей потока охлаждающего пара, то есть от периферии к корню ступени.

Заключение

Важнейшим вопросом при таком охлаждении должна стать отработка схемы в натуральных условиях. Практическая отработка схемы охлаждения выполнялась на натурном паровом стенде и на действующих турбинах Минской ТЭЦ-2, Бобруйской ТЭЦ-2 и Минской ТЭЦ-4.

Литература

1. Фаддеев И.П., Боровков В.М. Эрозия рабочих лопаток ЧВД паровых турбин на частичных нагрузках / Боровков В.М., Фаддеев И.П., Иванов В.А. и др.// Изв. Вузов СССР. Энергетика.-1973. - № 4.- С.128-129.
2. Оценка разгона эрозионно опасной капельной влаги в осевом зазоре на частичных нагрузках / Боровков В.М., Фаддеев И.П., Иванов В.А. и др.// Изв. Вузов СССР. Энергетика.-1985. - № 7.- С.37-42.
3. . Фаддеев И.П. Эрозия влажнопаровых турбин. Л.:Машиностроение.-1974.- 280с.
4. Явельский М.Б., Шилин Ю.П. Эрозия выходных кромок рабочих лопаток последних ступеней паровых турбин и мероприятия по ее устранению//Энергомашиностроение.-1961.-№10.-С. 11-15.
5. Осипов А.М., Сидоров В.В.,Хорзеев Ю.И. Создание и исследование сепараторов предварительного разделения пароводяной смеси для вертикального парогенератора ПГВ-250//Сб.научн. тр.-1982.-п.199.- С. 47-53.
6. Демидова Л.В.,Сорокин Ю.Л.,Допустимые скорости пара и газа для вертикальных и наклонных жалюзийных сепараторов // Энергомашиностроение.-1972.-№3.-С.44.