19.06.21 гр.19-1 Техническое обслуживание т.о. преподаватель Захаров Г.П.

# Тема:Работа систем защит на турбине при различных аварийных ситуациях. *Технологическая сигнализация и защиты турбины*

**Технологическая сигнализация**(информационная, вызывная, предупредительная и аварийная) служит для быстрого оповещения оперативного персонала о возникающих неисправностях и отклонениях от режимов нормальной эксплуатации. **Информационная**предназначена для контроля состояния оборудования. **Вызывная**– для оповещения оперативного персонала об отклонениях в работе системы контроля эксплуатационных параметров турбины. **Предупредительная**– для оповещения оперативного персонала о нарушении условий эксплуатации оборудования или отклонении параметров работы оборудования от номинальных значений. **Аварийная**– оповещает оперативный персонал об аварийном отключении турбины или отклонении параметров работы турбины до значений, соответствующих аварийному состоянию [24].

Срабатывание сигнализации сопровождается появлением **светового**и **звукового**сигналов. Фиксация этих сигналов осуществляется нажатием кнопок «Съем мигания светового табло» или «Съем звука», расположенных на панелях управления БЩУ.

Перечень параметров (сигналов) технологической сигнализации обычно приводится в инструкции по эксплуатации конкретной турбины. Для турбин К-1000-60/1500-2,2М он составляет около 60 сигналов.

Пример представления технологической сигнализации приводится в табл. 15.1 [24].

Таблица 15.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование сигнала | № панели | № табло | Уставка срабатывания | Вид сигнализ. |
| Защита по вакууму не введена полностью | НЧ-25 |  | Давление в ГК более 0,2 кгс/см2 (абс) при наборе вакуума | Предупредительная. |
| Повышение уровня в ПГ-1 | НЧ-25 |  | Сработала защита, повышение уровня в ПГ-1 более 620 мм | Аварийная. |
| Ротор ВПУ вращается | НЧ-27 |  | Информация | Информационная. |

**Технологические защиты**безаварийно отключают турбину при достижении значения параметров аварийной регламентной границы.

Как отмечалось ранее, большую опасность для турбины имеет недопустимое возрастание частоты вращения сверх допустимых критических пределов (на 11…12 % более номинальной) (см. п. 14.1). Чтобы не допустить **разгона**(чрезмерного повышения частоты вращения) паром, подаваемым в ЦВД через СРК ВД, и аварии турбины, она оснащена двумя автоматами безопасности (АБ). Защита вызывает закрытие всех стопорных и регулирующих клапанов высокого давления, стопорных (где они установлены) и отсечных (регулирующих) заслонок промперегрева при срабатывании любого АБ. При этом, а также при срабатывании АЗ по любой из технологических защит с остановом ТА подача пара в турбину через СРК прекращается, снимается нагрузка с ТГ (ТГ выключается КАГ-24), и момент сопротивления ТГ (зависящий от нагрузки) падает почти до нуля. В этих условиях появляется опасность **разгона**турбины обратным потоком пара 2-й ступени СПП через СРК в ЦВД (см. рис. 4.1).

Для исключения этого в конструкции СРК предусмотрены устройства, предотвращающие попадание греющего пара 2-й ступени СПП в проточную часть турбины при закрытии СРК. Кроме того, разгон турбины при срабатывании АЗ может произойти от воздействия (поступления в проточную часть турбины) обратного потока пара из трубопроводов (см. рис. 2.1): первого отбора на ПВД-7 и на 1-ю ступень СПП, второго отбора на ПВД-6, третьего отбора на КСН, подвода пара к ТПН от СПП, четвертого отбора на ПНД-4 и ППСВ, пятого отбора на ПНД-3 и ПСВ-2 ступени, шестого отбора на ПСВ-1-й ступени.

Для предотвращения разгона турбины обратным потоком пара на этих трубопроводах установлены обратные клапаны с сервомоторами, получающие принудительное воздействие на закрытие при отключении турбины или генератора.

Для предотвращения повреждения корпусов конденсаторов и выхлопных патрубков ЦНД, на выхлопных патрубках ЦНД установлены атмосферные клапаны – диафрагмы, которые открываются при повышении давления в конденсаторе турбины на 0,05 кгс/см2 выше атмосферного. Большой объем ГК и выхлопных патрубков ЦВД (большая площадь поверхности их стенок), даже при малом увеличении давления в конденсаторе сверх атмосферного, может привести к их опрессовке (нарушению плотности, трещинам, разрыву).

Для исключения чрезмерного нагрева выхлопных патрубков ЦНД и их деформации, вызывающей усиление вибрации ТА, турбина оснащена устройством орошения выхлопных патрубков ЦНД. Орошение осуществляется подачей на выхлопные патрубки ЦНД конденсата из напора конденсатных насосов 2-й ступени и его распыления. Оно срабатывает во всех случаях повышения температуры выхлопных патрубков выше уровня, установленного ИЭ, например, при большом повышении давления в ГК или при моторном режиме работы турбины (см. [22]).

**Технологические защиты турбины** можно условно разделить на две основные группы:

а) защиты, действующие на отключение турбины, с полным прекращением подачи пара в проточную часть турбины;

б) защиты, снижающие нагрузку турбины.

Защиты, действующие на отключение турбины, разделяют на:

· защиты со срывом вакуума в конденсаторах;

· защиты без срыва вакуума в конденсаторах.

Срыв вакуума в конденсаторах (ГТ, ТПН) необходим для быстрого останова (прекращения вращения) валопровода ТА, чтобы при определенных неисправностях (отклонениях параметров) не допустить большой аварии или минимизировать ее (предотвратить разрушение элементов турбины или генератора).

Срыв вакуума в конденсаторах ГТ и ТПН выполняется путем соединения паровой полости конденсаторов с атмосферой (с машинным залом). При этом происходит быстрый рост давления (до атмосферного), не только в паровой полости конденсаторов, но и в ступенях проточной части ЦНД, где, при нормальной работе турбины, давление меньше атмосферного. Повышение давления в проточной части ЦНД резко увеличивает плотность среды, в которой вращаются рабочие лопатки ЦНД, что приводит к увеличению вентиляционных потерь и уменьшает время вращения валопровода ТА. Срыв вакуума происходит при срабатывании аварийной защиты по ряду аварийных сигналов (отклонений параметров), рассмотренных ниже.

Защиты, снижающие нагрузку турбины, предназначены для [81]:

· предотвращения повреждений оборудования;

· обеспечения баланса между технологическими средствами различных систем ТО (ТЦ);

· приведения в соответствие мощности турбины и тепловой мощности ЯР, в случае отказа какого-либо оборудования ЭБ.

Срабатывание защит сопровождается световой и звуковой сигнализацией на БЩУ, с фиксацией в УВС первопричины срабатывания, а также основных параметров работы оборудования и положения арматуры за время 5 мин, предшествующее срабатыванию защиты [24].

Действие защит – одностороннее. Обратный ввод оборудования в работу производится вручную после устранения причин, вызвавших срабатывание защиты.

Перечень защит на останов турбины со срывом вакуума приведен в табл. 15.2 [24].

Таблица 15.2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Исходное событие, уставка срабатывания | Выдержка времени | Назначение защиты |
|  |  |  |
| 1. Осевой сдвиг ротора: (+) 1,2 мм в сторону генератора; (–) 2,0 мм в сторону регулятора | – | Защита проточной части и упорного подшипника |

*Окончание табл. 15.2*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 2. Понижение давления масла в напорном коллекторе системы смазки на уровне оси турбины менее 0,5 кгс/см2 | 3с | Защита подшипников турбины и генератора |
| 3. Отключение любых 2-х циркуляционных насосов ГК | – | Защита от недопустимого разогрева ЦНД и выхлопных патрубков |
| 4. Понижение уровня масла в демпферном баке генератора системы УВГ до 2 предела (см. п. 13.3) | 20 с | Защита от повреждения уплотнений генератора и от утечки водорода из корпуса генератора |
| 5. Повышение частоты вращения турбины более 12,5 % от номинальной (по давлению на напоре импеллера 8,6 кгс/см2) при отключении КАГ-24 | – | Защита проточной части турбины от разрушения при забросе оборотов (обычно, при отключении ЭГ КАГ-24). |
| Перевод ключа системы защиты от развития пожара (КЗРП) в положение «Пожар» | – |  |

При срабатывании АЗ со срывом вакуума автоматически выполняются следующие операции:

а) закрываются: СК, РК, РЗ, ГПЗ, байпасы ГПЗ, арматура на подводе греющего пара ко 2-й ступени СПП, на 3-м отборе к КСН, на подводе пара к ТПН, на подводе пара ко всем ПСВ, на сливах из КС;

б) после закрытия всех СК ЦВД, отключается выключатель генератора КАГ-24;

в) вступает в работу один из клапанов БРУ-СН и регулятор давления в КСН, а при необходимости (например, возрастаний давления в ГПК) БРУ-А;

г) открываются задвижки подачи пара на ТПН-1,2 от КСН;

д) после отключения генератора от сети производится срыв вакуума в конденсаторах турбины, при этом:

· останавливаются основные и пусковые эжекторы, с запретом включения;

· прекращается подача пара на концевые уплотнения;

е) подается команда на закрытие всех источников подачи пара и горячего конденсата в конденсаторы с запретом их открытия.

Информация об условиях возникновения сигнала срабатывания защит, действующих на останов турбины без срыва вакуума, представлена в табл. 15.3 [24].

Перечень защит, приводящих к разгрузке турбины, приведен в табл. 15.4 [24].

Таблица 15.3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Исходное событие, уставка срабатывания | Выдержка времени | Назначение защиты |
|  |  |  |
| 1. Повышение уровня в ПНД-2 до 2-го предела (1334 мм) | 5 с | От заброса влаги в проточную часть турбины |
| 2. Повышение уровня в ПНД-3 до 2-го предела (2415 мм) | 40 с откл. труб, 180 с – при откл. ВНВ-750 (режим СН) | От заброса влаги в проточную часть турбины |
| 3. Повышение уровня в ПНД-4 до 2-го предела (2415 мм) и в ПНД-1 до 2-го предела (1450 мм) | 4 с 5 с | От заброса влаги в проточную часть турбины |
| 4. Повышение давления в ГК до 0,23 кгс/см2 (абс) | – | От разогрева ЦНД и выхлопных патрубков |
| 5. Внутреннее повреждение генератора | – | Защита генератора |
| 6. Отключение генератора КАГ-24 | – | Защита ТГ |
| 7. Повышение уровня в ПВД до 2-го предела (5440 мм) | 5 с | От опрессовки корпуса ПВД питательной водой |
| 8. Понижение давления пара перед ГПЗ (до 51 кгс/см2). Авт. ввод при давлении более 54 кгс/см2 и открытой любой ГПЗ. Вывод – после закрытия всех ГПЗ | – | Вероятность заброса влаги в проточную часть ЦВД |
| 9. Закрытие 2-х заслонок любого ЦНД при незакрытом хотя бы одном сервомоторе РК | 1 с | Предотвращение повышения давления в СПП |
| 10. Закрытие 3-х заслонок одной стороны ЦНД при незакрытом хотя бы одном сервомоторе РК | 1 с | Предотвращение повышения давления в СПП |
| 11. Повышение давления в выхлопном патрубке ЦВД к СПП более 13 кгс/см2 | – | Предотвращение повышения давления в СПП |
| 12. Повышение уровня в ПГ более 620 мм | – | Предотвращение заброса влаги в проточную часть ЦВД |
| 13. Понижение давления масла за МФ ВД АСРЗ менее 15 кгс/см2 или за МФ НД менее 10 кгс/см2 | – | Предотвращение самопроизвольного закрытия СРК и заслонок ЦНД. |
| 14. Отличие положения ГСМ более 30 % номинального хода при работе на «ЭГСР» | – | Предотвращение повреждения СРК |
| 15. Понижение расхода охл. воды через обмотку статора ТГ менее 140 м3/ч | 120 с | Предотвращение перегрева обмотки статора генератора |
|  |  |  |  |

*Окончание табл. 15.3*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 16. Понижение расхода воды в контуре газоохладителей генератора менее 660 м3/ч. Ввод защиты – при включении насоса охл. воды. Вывод – закрытие любых 2-х СК с разных сторон ЦВД | 300 с | Предотвращение разогрева газа и ротора генератора |
| 17. Несоответствие положения СК и РК турбины | – | Защита от разгона турбины |
| 18. Отключение последнего ТПН. Автом. ввод при включении любого ТПН. Вывод – при отключении турбины | – | Опережающая защита по снижению уровня в ПГ 1-4 |
| 19. Повышение уровня в деаэраторах № 1, 2 до 3-го предела - 3060 мм (бл. 5,6) | – | Защита деаэратора. |
| 20. Повышение частоты вращения турбины до срабатывания бойков АБ (обеспечивается АСРЗ) | – | Предотвращение повреждения проточной части турбины. |
|  |  |  |  |

Таблица 15.4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Исходное событие, уставка срабатывания | Выдержка времени | Воздействие на турбину |
|  |  |  |
| 1. Отключение одного КЭН-1 из 2-х и невключение резерва при нагрузке ТГ более 40 % Nном | 40 с | Разгрузка ТГ до 40 % Nном (по давлению за СРК) от ЭГСР или от МУТ ГСР |
| 2. Отключение одного КЭН-2 и невключение резерва при нагрузке ТГ более 40 % Nном. | 40 с | Разгрузка ТГ до 40% Nном (по давлению за СРК) от ЭГСР или воздействия на МУТ ГСР |
| 3. Отключение одного из 2-х работающих ТПН | - | Разгрузка ТГ до 50 % Nном (по давлению за СРК) от ЭГСР или воздействия на МУТ ГСР |
| 4. Отключение одного циркуляционного насоса из 3-х работающих (см. примечание) | 12 с | Разгрузка ТГ до 60 % Nном (по давлению за СРК) от ЭГСР или воздействия на МУТ ГСР |
| 5. Начало открытия задвижки слива сепарата в РБ-9 при нагрузке 70 % Nном. | - | Разгрузка ТГ до 70 % Nном (по давлению за СРК) от ЭГСР или от МУТ ГСР |

**Примечание.**При отключении одного из работающих циркуляционных насосов ТГ разгружается до 600 МВт, а после стабилизации режима работы блока ТГ разгружается (нагружается) до Nэ, при которой давление в конденсаторах будет не более 0,12 кгс/см2 (абс).

**Задание:**

1.Написать конспект лекции.

2.Выписать защиты действующие на останов турбины