

УДК 621.165

И.В. ГАРЬКАВЕНКО, Н.И. МАМОНТОВ, Б.Г. ВИННИЦКИЙ, инженеры

*Филиал Харьковское Центральное Конструкторское Бюро «Энергопрогресс»
ООО «Котлотурбопром»*

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВАРИЙНОГО МАСЛОСНАБЖЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ ТУРБИНЫ К-200-130-3 ПРИ ПОВРЕЖДЕНИИ СИСТЕМЫ СМАЗКИ

Розробка Харківського ЦКБ «Енергопрогрес» по організації аварійного маслозабезпечення містить у собі розрахунки витрат масла на підшипники в аварійній ситуації, реконструкцію вкладишів опорних і упорних підшипників турбіни й генератора, установку додаткових індивідуальних емкостей і реконструкцію мастилопроводів змащення.

Development CDB Energoprogress (Kharkov, Ukraine) on organizations emergency oil supply comprises of itself calculation of expenses of butter on bearings in emergency, reconstruction an bearing brass supporting and stubborn bearings a turbine and generator, installing the additional individual capacities and reconstruction an oiltubing of lubricant.

Повреждения подшипников турбоагрегатов происходят главным образом вследствие прекращения подачи в них смазки или при крайне недостаточном ее количестве. Подшипники скольжения, которыми оборудованы все турбоагрегаты, предназначены для работы исключительно в условиях жидкостного трения и поэтому требуют непрерывной и обильной подачи смазки. Даже кратковременный перебой в подаче масла лишает трущиеся поверхности разделяющего их смазочного слоя. В результате многократно увеличивается выделение тепла. Поскольку в подшипниках скольжения масло служит не только смазкой, но и теплоносителем, прекращение подачи масла исключает удаление тепла и вся выделившаяся тепловая энергия сухого трения должна будет поглотиться металлом деталей подшипников.

Температура плавления баббитов, применяемых в турбостроении для подшипников, находится в интервале 240...420 °С. Следовательно, от выделенного в результате работы сухого трения в подшипниках тепла баббитовые заливки вкладышей выплавятся. Толщина баббитовой заливки у опорных подшипников превышает величину радиальных зазоров в уплотнениях и проточной части турбины. Поэтому выплавление баббита у опорных подшипников приводит к повреждению не только концевых и диафрагменных уплотнений, но также и лопаточного аппарата турбины. Ликвидация последствий такой аварии отнимает много средств и времени.

Из отмеченного следует, что главным средством борьбы с подобными авариями является всемерное повышение надежности маслоснабжения подшипников. Для бесперебойного снабжения маслом подшипников турбин применяются взаимно резервируемые насосы с разными приводами. Запуск резервных и аварийных масляных насосов производится при снижении давления масла в системе смазки. Однако, несмотря на непрерывное совершенствование противоаварийных средств, количество аварийных остановок турбоагрегатов из-за повреждений подшипников, вызванных нарушением маслоснабжения, продолжает оставаться еще достаточно большим.

Опыт эксплуатации показывает, что большинство аварий происходит вследствие отказа автоматики или источников энергии. Решить данный вопрос только с помощью

механических средств невозможно и по другим причинам. Например, если произойдет разрыв маслопровода или арматуры, то своевременный пуск в работу всех находящихся в резерве насосов не сможет обеспечить подшипники турбоагрегата маслом.

В подобных случаях наиболее эффективным способом аварийного снабжения подшипников маслом является автономное снабжение из резервных емкостей.

Выполнение аварийного маслоснабжения положительно влияет и при автоматическом переходе системы маслоснабжения с работы на главном масляном насосе на работу от резервного маслонасоса. Как показывают результаты испытаний, при существующих схемах автоматического перехода, процесс происходит с провалом давления в системе смазки до уровня срабатывания защиты. Чтобы в таких случаях без крайней необходимости не происходили отключения блоков, защита имеет трехсекундную выдержку, а за это время может произойти подплавление баббитовой заливки подшипников. При наличии резервных емкостей кратковременный глубокий провал давления в системе смазки не опасен.

Харьковское ЦКБ разработало проект на аварийное маслоснабжение для подшипников турбоагрегата К-200-130 при повреждении системы смазки.

Разработка включает в себя расчет по определению необходимого количества масла на каждый подшипник, реконструкцию вкладышей опорных и упорного подшипников турбины и генератора, установку дополнительных индивидуальных емкостей на отметке обслуживания и реконструкцию маслопроводов смазки.

Заполнение резервных емкостей происходит из напорного коллектора системы смазки. В каждой емкости есть труба перелива, т.е. аварийная емкость во время эксплуатации находится только под действием гидростатического давления масла в емкости. Подвод масла в резервную емкость осуществляется таким образом, чтобы исключить обратный ток масла при падении давления в системе смазки.

Конструкции бачков допускает осмотр и очистку во время ремонтов. При настройке дозирующие трубы могут быть извлечены из емкости, т.е. их дозирующие отверстия могут быть откорректированы.

Турбостроительные заводы по-разному решают вопросы конструирования и размещения резервных емкостей.

ХТГЗ выполняет съемным бачок на переднем подшипнике № 1, а бачок на подшипнике № 2 приваривает к крышке. Аварийные емкости для снабжения остальных подшипников установлены на верхних поверхностях выхлопных патрубков.

Харьковское ЦКБ устанавливает аварийные емкости на подставках, что позволяет унифицировать систему аварийного маслоснабжения турбоагрегата вне зависимости от модификации типа турбины, максимально унифицировать аварийные емкости, не изменять традиционный внешний вид агрегата и рационально решить вопросы компоновки (на крышке переднего подшипника остался свободный доступ к лючку автоматов безопасности, к пробкам для установки индикаторов на дифференциатор и промежуточный золотник необходимые при наладке регулирования; вынести емкость с аварийным маслом из горячей зоны над средним подшипником; не добавлять дополнительные нагрузки на выхлопные патрубки от веса емкостей с маслом).

В объем работ входит частичная реконструкция опорных и упорного подшипников. При эксплуатации турбоагрегата подвод масла к подшипникам осуществляется по заводской схеме. Система аварийного маслоснабжения вступает в работу только при провале давления в системе смазки. Подвод масла из резервных

емкостей осуществляется непосредственно в гидродинамический клин в нижней половине вкладышей по направлению вращения вала, отвод отработавшей смазки осуществляется по заводской схеме; что позволяет значительно уменьшить количество подаваемого из бачков масла, уменьшить потери на трение и нагрев масла и обеспечить подшипники смазкой во время выбега турбоагрегата. Система независима от насосов и источников энергии.

При такой схеме аварийного маслоснабжения отсутствуют ненадежные элементы, и маслоснабжение подшипников в момент прекращения поступления масла из общей системы осуществляется без всяких средств автоматики.

Каждая емкость (на турбине К-200-130 дополнительно установлено 3 аварийных бака) при работе любого масляного насоса системы смазки находится в заполненном состоянии. Автоматизм вступления резервного объема в действие построен на принципе сообщающихся сосудов.

Объем резервного бака определяется из условия обеспечения подшипников маслом на все время выбега турбины со срывом вакуума. При этом кривая опорожнения резервного объема принимается идентичной кривой выбега турбины. Это достигается установкой внутри бака дозирующих трубок. Количество и расположение отверстий в дозирующих трубках различно для подшипников разных размеров. Уменьшение подачи масла в режиме аварийного подвода обеспечивается уменьшением числа отверстий в дозирующей трубке по мере падения уровня масла в баке.

Вполне естественно, что такой способ может заменить подачу масла от насосов только на время вращения ротора по инерции, т.е. когда требуется создание несущего слоя. После остановки ротора для предотвращения выплавления баббита от тепла, поступающего по валу, потребуется подача масла в значительно большем количестве, так как при этом устанавливается непосредственный контакт между горячей шейкой вала и баббитом вкладыша. Если за короткое время нормальная схема подачи масла не будет восстановлена, то может произойти подплавление баббитовых заливок у подшипников ЦВД турбины. Но это повреждение, безусловно, будет менее ощутимым, чем повреждение при вращении ротора.

Литература

1. *Фрагин М. С.* Регулирование и маслоснабжение паровых турбин: настоящее и ближайшая перспектива // СПб.: Энерготех. – 2005. – 248 с.
2. *Казанский В. Н.* Системы смазки паровых турбин. – М.: Энергия, 1974. – 222 с.
3. *Жаров А. П.* Предупреждение аварий паровых турбин. – М.: Энергия, 1974. – 112 с.

© Гарькавенко И.В., Мамонтов Н.И., Винницкий Б.Г., 2007