

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗОК МЕЖДУ АГРЕГАТАМИ ТЭС НА БАЗЕ КОМПЛЕКСНОГО КРИТЕРИЯ

И.П. Озерова, Р.С. Новиков

Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: Ozerova@tpu.ru

В энергетике России намечается первый этап перехода к настоящим рыночным отношениям. Это повлечет за собой реструктуризацию РАО ЕЭС России, в частности, региональных АО-Энерго. Предприятия энергетики будут вынуждены бороться за свое выживание в условиях реальной конкуренции. Плановая экономика, присущая, в некоторой степени, и в настоящее время энергопредприятиям, в ближайшее время уйдет в прошлое. В жестких условиях рынка предприятия будут заинтересованы привлечь покупателей своей продукции по критерию ЦЕНА+КАЧЕСТВО.

Планируется выделить энергопроизводителей в самостоятельную структуру, а посредникам (транспортным и распределительным компаниям) будет предоставлен выбор источника энергии. Соответственно, предприятия, генерирующие энергию, будут заинтересованы в уменьшении себестоимости единицы энергии, при этом необходимо будет обеспечивать требуемую надежность энергоснабжения. Политика тарифов на источнике энергии будет зависеть от предложений альтернативных производителей (конкурентов).

Так же рассматриваются варианты создания холдингов на базе РЭУ отдельных АО-Энерго. Смысл реструктуризации в данном случае принимает иной характер. При таком подходе уже не станция самостоятельно, а холдинг будет решать проблему сбыта своей продукции, но за посредниками останется право выбора производителя энергии.

При намечающемся пути развития рыночных отношений в энергетике некоторые станции, и даже энергосистемы, могут оказаться неконкурентноспособными. Для решения проблемы выживания есть два основных пути развития: строительство нового экономического и экономически выгодного оборудования, либо рациональное использование старого. Зарубежный опыт показывает, что оба этих способа приемлемы, и каждый из них себя оправдывает. Первый вариант требует огромных капиталовложений, а при сроке окупаемости порядка десяти лет, и вовсе становится неуместным для требований современного рынка. Мала вероятность того, что найдутся инвесторы, которые будут ждать от вложенного капитала столь долгий срок. Таким образом, можно предположить, что строительство новых станций вряд ли возможно в ближайшем будущем. Эта проблема является перспективной для предприятий - источников энергии. Но осуществление данной задачи возможно лишь при условии функционирования станции, причем достаточно успешного. Для этого станциям необходимо проводить политику привлечения покупателей своей продукции путем обеспечения наиболее выгодных условий. При этом следует отметить тот факт, что предприятие должно постоянно пополнять свои основные производственные фонды.

В России на данный момент в работе большое количество станций, введенных в эксплуатацию в 1940-е – 1960-е годы. В основном, это неблочные станции с оборудованием небольшой мощности. В городах – теплоэлектроцентрали. Основной вопрос, который предстоит решать станциям в будущем – уменьшение издержек на

производство единицы энергии. Ранее эта проблема рассматривалась с точки зрения уменьшения удельных расходов топлива на отдельных агрегатах. Также следует обратить внимание на то, что в те годы при проектировании электростанций мало внимания уделялось вопросам экологии. В настоящее время складывается тенденция к пересмотру старых постулатов, а точнее к их модернизации. Не секрет, что станции ежегодно выплачивают огромные суммы по штрафам за причиненный ущерб окружающей среде. Поэтому экологический фактор приобретает все большее значение. При этом требования по воздействию на окружающую среду становятся более жесткими из года в год. Возможно, в будущем фактор охраны окружающей среды станет определяющим при оценке себестоимости энергии.

Учитывая возраст оборудования, нельзя забывать о втором слагаемом успеха станции – качестве продукции. Основным критерием качества можно считать бесперебойность снабжения энергией, то есть надежность. Следовательно, при работе на старом оборудовании большое значение имеют вопросы надежности. В дальнейшем критерии качества энергии могут быть дополнены. Можно также предположить, что в ходе развития рынка энергии увеличатся выплаты по неустойкам за недоотпуск энергии по вине производителя. Таким образом, фактор надежности может выйти на передовые позиции в структуре прогнозирования производства.

Обобщив вышеотмеченное, можно попытаться сформулировать задачу, которую предстоит решать энергетикам в ближайшем будущем. Станциям и системам необходимо не только повышать экономичность, но требуется также эффективно эксплуатировать оборудование, учитывая факторы, влияющие на стоимость энергии.

В настоящее время техника вышла на достаточно высокий уровень и с технической точки зрения дальнейшее развитие эффективности технологического цикла электростанций является сложной задачей. По сути дела технологи борются за десятые и сотые доли процента КПД. Внедрение же новых мероприятий при эксплуатации дает порой ощутимые результаты.

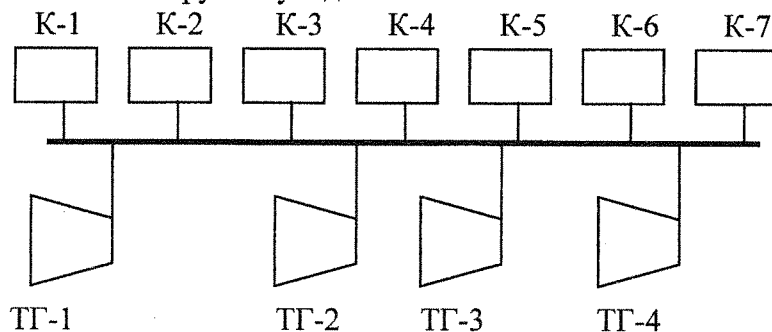
До сих пор метод распределения по наименьшему относительному приросту расхода топлива является классическим в энергетике нашей страны. Были попытки дополнить его, опираясь на другие критерии. Но на большинстве предприятий действуют по старым методикам и по сей день. На некоторых ТЭС не используется даже и старый метод. Но практика зарубежных стран показывает, что рациональное использование старого оборудования ставит его в один ряд с новым. А правильное распределение нагрузок и приводит к повышению эффективности.

Как оценить «правильность» распределения нагрузки на станции или в энергосистеме? Этот вопрос очень сложный и объемный. К нему можно подойти с разных точек зрения. Вопрос об экономичности оборудования актуален и по сей день, но современный этап развития энергетики требует более широкого рассмотрения данного вопроса. А в условиях рыночных отношений не только экономичность, но и другие критерии будут важны. Предприятия будут бороться за каждый сэкономленный рубль.

С точки зрения технической термодинамики метод наименьшего относительного прироста расхода топлива является приемлемым и правильным, но в нем имеется ряд недостатков. Одним из них является то, что рассматриваются отдельно взятые агрегаты, то есть на станции с поперечными связями не учитывается факт влияния на экономичность подгруппы оборудования, не отражается влияние особенности схемы станции, конструктивные недостатки. Так же не учитывается возраст оборудования, который играет роль при оценке экономичности, так как в первые годы эксплуатации идет

приработка оборудования, затем период оптимальной работы, а позже – старение и ухудшение экономичности. На практике используются энергетические характеристики без поправки на возраст. Для станций с поперечными связями не учитываются гидравлические потери в трубопроводах острого пара и других.

На рисунке представлена принципиальная схема станции с поперечными связями в ситуации, когда нагрузку набирает ТГ-4, а судя по характеристике относительных приростов следует загружать К-1. В этом случае метод наименьшего относительного прироста расхода топлива может дать ошибку, так как произойдет перераспределение потоков пара, а, следовательно, гидравлические потери в паропроводе могут возрасти и в целом экономичность группы упадет.



То есть необходимо дополнить метод оценкой гидравлических потерь, а так же оценкой влияния отдельного агрегата на экономичность станции в целом.

То же самое можно учитывать при загрузке сетевых насосов, бойлерных и теплофикационных отборов турбин на ТЭЦ. Это касается и учета электрических связей на станции.

Данный критерий можно рассматривать и в энергосистеме при распределении нагрузок, а вместе с гидравлическими потерями при транспорте тепла оценивать и электрические потери при передаче электроэнергии.

В результате внедрения каждого способа распределения должен выявляться реальный экономический эффект. Ранее он оценивался количеством сэкономленного топлива на станции. Хотя расход топлива и является основным показателем, определяющим себестоимость энергии, нельзя забывать и о других составляющих. То есть, необходим многокритериальный подход для оценки настоящей экономии.

Распределять нагрузки можно с точки зрения экологии, то есть вести режим работы с наименьшим ущербом для окружающей среды. При этом, соответственно, снизятся выплаты по штрафам. Данный подход будет актуален в регионах с неблагоприятной экологической обстановкой.

Способ распределения может зависеть от обеспечения надежности производства. Предотвращенный ущерб будет иметь вес на станциях, покрывающих пиковые нагрузки.

Как экологический фактор, так и фактор надежности, необходимо применять и при рассмотрении вопроса работы энергосистемы.

При проведении анализа этих факторов необходимо привести их к единому показателю, с помощью которого можно оценить удельный вес каждого из них. Возможно не для каждой системы, станции и региона все факторы распределения нагрузок будут играть важную роль. При таком подходе некоторые из них можно будет отбрасывать как несущественные. Необходимо выбрать целевую функцию, являющуюся либо минимумом затрат на производство энергии, либо максимумом эффекта от реализации какого либо

способа распределения, но во втором случае необходим базовый способ (например способ минимального относительного прироста расхода топлива).

В условиях рыночных отношений целевая функция должна быть представлена в денежном выражении. При этом коэффициенты перевода будут зависеть от региона, вида топлива, времени года и суток. Соответственно с этими коэффициентами и будут иметь значимость факторы, определяющие распределение нагрузки.

Экологическая обстановка в мире с каждым годом заставляет ужесточать требования к выбросам предприятий и вводить ограничения в природопользовании. Россия не является регионом с благоприятной экологической обстановкой, а природоохранные мероприятия, в основном, сводятся к увеличению штрафов. Поэтому есть стимул как можно меньше наносить ущерб природе, при этом следует помнить о разумных пределах (имеется в виду разумные пределы охраны окружающей среды). Ни одно предприятие не заинтересовано вкладывать огромные деньги в проекты, связанные с охраной окружающей среды. Встает вопрос об эффективности использования имеющегося в наличии оборудования. Ведь при различных нагрузках степень влияния на окружающую среду отдельными единицами оборудования различна. При учете данного фактора следует так же учитывать и влияние на окружающую среду станции или системы в целом.

При планировании и оперативном управлении режимами электроэнергетических систем приходится учитывать то обстоятельство, что все энергетические объекты являются экологически грязными предприятиями и оказывают влияние на окружающую среду.

В отдельных случаях из-за превышения предельно допустимой концентрации вредных веществ (ПДК) диспетчерам приходится оперативно изменять режим работы энергосистемы, перераспределяя электрическую нагрузку ТЭС для снижения ПДК.

Необходимо отметить то, что выбросы вредных веществ распространяются на значительные расстояния и могут накладываться друг на друга, усиливая отрицательное влияние на окружающую среду. Однако принятие экономико-экологических решений по ведению режима диспетчером основывается скорее на интуиции и отдельной информации, чем на расчетах, пусть даже приближенных. Так же следует отметить, что до сих пор не прибегали к краткосрочному планированию режима в зависимости от времени суток. В ряде работ похожие задачи решались. Однако в них вместо ущербов от выбросов вредных веществ минимизировались сами выбросы, что могло дать некорректный результат. При ухудшении экологической ситуации управление режимами работы ТЭС можно вести с помощью алгоритма, реализованного на ЭВМ, исходя из экологической оценки региона с учетом конкретных экономических показателей, управляемых мощностей ТЭС, вида сжигаемого топлива, времени суток. Необходимо разработать критерий, позволяющий распределять нагрузки с учетом всех факторов, влияющих на затраты, связанные с выбросом тех или иных веществ.

Этот критерий будет находиться по специальным расчетным формулам в зависимости от вида топлива, его физико-химического состава, условий предварительной обработки, способа сжигания и от других параметров. Отметим, что в определении удельного ущерба от вредного выброса есть много сложностей и спорных моментов. Еще в большей степени это относится к учету местных климатических и экономико-географических факторов. В большинстве случаев численные оценки этих величин находятся экспериментальным путем. Для оптимального распределения нагрузки следует также учитывать изменение расходной характеристики агрегата.

Также встанет вопрос о распределении топлива при комбинированном сжигании. Ведь при различных пропорциях смеси выход вредных веществ будет неодинаков как по количеству, так и по составу.

Важную роль при распределении нагрузок будет играть газоочистное оборудование отдельных агрегатов и его состояние.

Вопрос о статистике отказов до сих пор является белым пятном на карте энергетики нашей страны. Учет отказов оборудования производился недостоверно, многие факты скрывались. Поэтому в данный момент нет достаточно точных методик по оценке надежности.

Во времена советской власти учет отказов велся небрежно, многие из них скрывались под плановыми остановами и отключениями оборудования. Так же скрывались отказы по вине оперативного персонала. То есть некачественно производились расследования причин отказов, как следствие приходится признать тот факт, что нет методик для эффективного расследования причин отказов, а также квалифицированного персонала, принимающего участие в расследованиях.

Таким образом, на данный момент нет точной статистики отказов по отдельным видам оборудования и затруднено прогнозирование надежности в работе той или иной станции или системы.

Несмотря на вышеназванное, проблема надежности в настоящее время приобретает повышенную и первостепенную значимость, как существенное направление снижения затрат на энергопроизводство и, соответственно, себестоимости и стоимости электрической и тепловой энергии. Эта актуальность обусловлена еще и возрастанием доли оборудования, отработавшего парковый ресурс, которое тем самым попадает в «группу риска» по надежности и требует особого подхода.

Принято понимать надежность как свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнить требуемые функции в заданных режимах и условиях применения. Обеспечение этого свойства осуществляется в условиях непрерывно нарастающей интеллектуальной нагрузки и соответствующего повышения требований к компетентности руководителей и инженерно-технического персонала. А это – область технической политики, проводимой на энергопредприятии, в системе или в отрасли в целом, то есть область управления, в данном случае управления надежностью.

Анализ применяемых форм и методов управления показывает, что технические руководители в большинстве случаев пребывают в заблуждении, считая, что их основной задачей является техническое решение задач. А в действительности это не так. Каждая техническая задача или проблема находится во взаимосвязи с множеством других проблем: организационных, экономических, дисциплинарных, социальных, психологических, воспитательно-педагогических, учебно-методических и др. А локальные недостатки каждой из перечисленных сфер деятельности технических руководителей, суммируясь, вызывают необходимость поиска путей и методов разрешения.

Говоря об управлении, чаще всего подразумевают либо управление хозяйственно-экономическим механизмом, либо техническими и технологическими процессами. Но жизнь показывает, что непрерывное изменение внешних факторов и внутренних условий вызывает необходимость шире ставить вопросы и проблемы управления, учитывать и использовать в практике все аспекты управления энергопредприятиями и надежностью энергооборудования.

При этом надежность может быть обеспечена только тогда, когда комплексно взаимосвязаны все составляющие: оборудование и его техническое состояние, в том числе и конструкционная надежность; персонал, имеющий соответствующую квалификацию и готовность непрерывно ее повышать; качественно выполненная документация и контроль за соблюдением и выполнением ее требований и указаний. Эффективность такого подхода зависит от следующих факторов.

Во-первых, должен максимально использоваться совокупный интеллект энергопредприятия и отрасли, под которым понимается сумма профессиональных знаний, способностей, и навыков руководителей, главных специалистов, инженерно технических работников и рабочих.

Во-вторых, эта система должна быть равновесной, так как практика показывает, что если выхватываются отдельные составляющие, то есть отдается приоритет или технике, или персоналу, или инструкциям, то система в меньшей степени обеспечивает надежность.

В-третьих, обязательным условием является предельная объективность в оценке состояния каждой из составляющих.

Как известно, современный отечественный уровень эксплуатации по ряду показателей на большинстве электростанций еще далек от желаемого и требуемого. Это подтверждается анализом аварийности последних лет, состояния оборудования и средств его контроля, автоматики и защиты, качества эксплуатации и выполнения требований нормативно-технической и распорядительной документации, показывающим наличие серьезных локальных проблем, ликвидация которых в ряде случаев не требует значительных материальных затрат.

Современное энергетическое предприятие по числу специфических профессиональных направлений, определяющих необходимую совокупную компетентность, относится к объектам высшей категории сложности. Поэтому качественная и надежная его работа может быть обеспечена только при консолидированной схеме управления (принятия решений по проблеме).

Повышение качества учета причин и расследования причин аварийности должно сопровождаться разработкой и реализацией мер и действий, направленных на ликвидацию выявленных причин и их последствий, а также на предотвращение воздействия на оборудование выявляемых вредных факторов.

Также при учете фактора надежности на распределение нагрузок следует учитывать тот факт, что тариф на энергию будет зависеть от потребителя энергии, то есть от категории и класса надежности энергоснабжения. Удельный вес фактора надежности должен зависеть от тарифа на энергию, требуемого уровня надежности снабжения и размера штрафа, выплачиваемого производителем энергии потребителю за нарушение гарантируемого уровня надежности энергоснабжения.

У каждого агрегата ТЭС есть технический диапазон регулирования нагрузок. Этот диапазон зависит от конструктивных особенностей, степени автоматизации, вида топлива (для котлов) и др. Фактор надежности при этом будет играть первостепенную роль, то есть определять минимальные и максимальные нагрузки, возможные для данного агрегата в данное время при данном состоянии и составе эксплуатационного персонала.

Таким образом, при формировании фактора распределения нагрузки по критерию обеспечения надежности необходимо учитывать следующие особенности:

- квалификацию персонала;
- качество документации;

- время суток;
 - состояние оборудования;
 - человеческий фактор (психологическое, физическое состояние)
- и разработать систему прогнозирования надежности.

Все вышеперечисленное должно в итоге сводиться к одним единицам измерения, должен определяться удельный вес фактора надежности в общем универсальном комплексном критерии, по которому будет производиться распределение нагрузок между агрегатами ТЭС.

УДК 621.165

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛА ПРОМПЕРЕГРЕВА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ОТПУСКА ТЕПЛА ОТ ТУРБОУСТАНОВКИ К-200-130 ПРИ ПЕРЕВОДЕ В ТЕПЛОФИКАЦИОННЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ

Л.А. Беляев, О.Ю. Ромашова

Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: bel@ped.tpu.ru

Потребность в отопительной нагрузке городов всегда опережает их потребность в электроэнергии. Кроме того, в настоящее время увеличение потребляемой электроэнергии сдерживается невысокими темпами развития промышленности, в то время как дефицит тепловой энергии наблюдается практически во всех крупных регионах России. Вместе с тем экономическое положение страны не позволяет надеяться на быстрый ввод новых крупных энергетических объектов, что заставляет искать дополнительные возможности повышения отпуска тепла от действующих турбоустановок на основе их реконструкции.

Наиболее распространен перевод конденсационных турбин на теплофикационный режим работы путем организации регулируемого отбора. При этом максимальная отопительная нагрузка турбины ограничивается минимальным расходом пара в конденсатор по условиям надежного охлаждения последних ступеней цилиндра низкого давления (ЧНД) для охлаждения последних ступеней и выхлопного патрубка с целью обеспечения надежной работы турбины на режимах с максимальными тепловыми нагрузками. Известно, что на выбор величины минимального вентиляционного пропуска (D_k^{min}) основное влияние оказывают следующие факторы:

- 1) геометрические размеры последней ступени (L_z/d_z);
- 2) давление отработавшего пара в конденсаторе P_k ;
- 3) параметры охлаждающего пара на входе в ЧНД (температура, влажность, давление).

Промежуточный перегрев (ПП) пара на турбоустановках (ТУ) ТЭС при прочих равных условиях значительно увеличивает величину минимального пропуска пара в конденсатор за счет повышения температуры пара в проточной части цилиндров среднего и низкого давления.

По этой причине теплофикационные ТУ УТМЗ с давлением свежего пара $P_0=13$ МПа выполняют без промперегрева, в отличие от конденсационных блоков на такие же начальные параметры, т.к. увеличение мощности турбиной в летний период за счет