

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫСОКОЭНЕРГЕЧЕСКИХ БЛОКОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ТЭП

Лыспак В.В.,

Научный руководитель Цыганок А.П.

Сибирский федеральный университет

Сегодня в системе энергообеспечения России чрезвычайно высока доля использования морально устаревших оборудования и технологий электрогенерации. К 2010 г. более 30% действующего генерирующего оборудования выработало свой парк ресурс, а к 2020 г. эта доля возрастает почти на 70%, что составит 150 млн кВт. Все это, повысит риск технологических отказов и аварий в энергетике страны.

Только для восполнения (замены) выведенного оборудования необходимо вводить ежегодно 11-12 млн кВт новых мощностей, а для обеспечения прироста промышленности ввод мощностей должен быть на уровне 15-17 млн кВт.

Без существенного роста целевых инвестиций в ближайшие годы мощности вводимого оборудования на федеральном уровне будут меньше мощностей выбывающих производственных фондов. На сегодняшний день вопросы строительства новых электростанций, а также расширение действующих стоят перед российской энергетикой на первом месте.

Принципиально обновление и обеспечение прироста генерирующих мощностей возможно двумя путями.

Первый - это продление срока эксплуатации действующего оборудования с заменой только основных узлов и деталей. Этот путь, несмотря на относительно небольшие начальные затраты, экономически неэффективен. Он приведет к накоплению устаревшего оборудования, а значит, и к увеличению затрат на эксплуатацию и ремонт.

Второй путь – это техническое перевооружение ТЭС, достигших предельного срока службы, с заменой оборудования на новое, а также с использованием новых перспективных решений. Этот путь является наиболее эффективным.

Маневренные характеристики новых блоков - довольно важный показатель их технического совершенства. Если говорить о новых блоках СКД на параметры пара 24 МПа, 560/565 °С, то у них эти характеристики (регулируемый диапазон, скорость изменения мощности, продолжительность пуска из разных тепловых состояний) будут даже несколько лучше, чем у действующих блоков.

Что касается блоков ССКД, то при разработке конструкции их основного тепломеханического оборудования - котла, паропроводов, турбины, самой технологии переменных режимов (пуска-останов, технологии переменных режимов (пуска-останов, расхолаживания, изменения мощности) и систем автоматизированного управления (АСУ ТП) вопросы маневренности также учитываются в полной мере.

Новые блоки имеют следующие преимущества для котельного агрегата:

Схема глубокого (до 90-100 °С) охлаждения уходящих газов путем установки на его "хвосте" между ступенями трубчатого воздухоподогревателя дополнительных теплообменников (рис, 1), включенных в байпасы ПНД и ПВД.

Для турбинной установки:

Снижение выходных потерь в результате увеличения выходной площади потоков ЦНД на базе использования для последних ступеней рабочих лопаток длиной 1200 мм и саблевидных сопловых лопаток. В турбинах 300 МВт целесообразно применять один двухпоточный ЦНД с такими лопатками, что повысит их КПД на 0,5.

1. В турбинах 500 МВт два двухпоточных ЦНД нового типа позволят повысить КПД на 1,5 %.
2. Существенное сокращение утечек пара через концевые, периферийные, диафрагменные уплотнения в результате совершенствования их конструкции: увеличения числа гребешков, применения устройств для регулирования зазоров. Повышение КПД турбин при этом может составить 0,6-1,0 %.
3. Уменьшение концевых потерь в ЦВД и первых ступенях других цилиндров путем периферийного поджатия потока сопловых лопаток, улучшения условий входа потока в решетки, применения специальных профилей может дать повышение КПД до 1,5%.
4. Улучшение аэродинамических характеристик и конструкций выходных патрубков цилиндров, камер и патрубков отборов, совершенствование конструкции клапанных систем, применение в концевых уплотнениях "своего" отборного пара и некоторые другие решения позволят получить выигрыш в КПД в 0,6-0,8 %.

Для тепловой и пусковой схемы:

бездеаэрационная система регенерации с двумя смешивающимися ПНД (№ 1 и № 2), включенными по гравитационной схеме (рис. 1). Замена такого громоздкого и потенциально опасного элемента с большим числом обвязочных трубопроводов и арматуры, каким является деаэратор, на поверхностный ПНД-5, упрощает и повышает безопасность обслуживания и дает некоторое повышение КПД турбоустановки. Отказ от деаэратора стал возможным при реализации на блоках СКД нейтрального кислородного воднохимического режима. Все поверхностные ПНД камерного типа с горизонтальной компоновкой конструкции Урал ВТИ. Они обладают меньшим (в 2 раза) гидравлическим сопротивлением и лучшей ремонтопригодностью, чем применяемые до последнего времени подогреватели.

Важной особенностью предлагаемой схемы является применение двухподъемных питательных насосов. Включение всей группы ПВД за ступенью первого подъема, т.е. не на полный напор насоса, а на 8,5 МПа (в блоках СКД) позволяет выполнить их в виде горизонтальных аппаратов камерного типа с низкими скоростями воды в трубной системе. Их гидравлическое сопротивление по воде на 0,6-1,0 МПа ниже, а металлоемкость на 180-250 т меньше, чем коллекторных ПВД у действующих ныне блоков 300 и 500 МВт. Длительная эксплуатационная проверка ПВД камерного типа аналогичной конструкции показала высокую надежность этих аппаратов.

Оснащение столь сложного в управлении объекта, каким является крупный конденсационный энергоблок, современной, многофункциональной и безотказной в эксплуатации системой автоматизированного управления (АСУ ТП) считается сегодня бесспорным требованием и обязательным признаком высокого технического уровня. Для блоков нового поколения этот тезис приобретает еще большее значение.

Функции такой АСУ ТП, кроме традиционных всережимного управления и регулирования и информационных, должны включать сервисные и вычислительные, в том числе диагностику и самодиагностику, экспертные системы для выдачи советов оператору, решения задач оптимизации режимов и др.

Для наглядности приведу пример с техническим перевооружением станции путем замены энергоблока К-150-130 на К-160-12,75М, с дополнительной зоной ОП и ПВД-8, в результате чего получил следующие предварительные показатели:

Наименование показателя	Значение показателя	
	До реконструкции К-150-130	После реконструкции К-160-12,75М

Расход тепла на турбоустановку Q_{mv} , кВт	382346,962	369064,403
Затраченная теплота на сетевые подогреватели Q_m , кВт	20616,912	34593,174
Расход тепла турбоустановкой на производство электроэнергии $Q_{mv}^э$, кВт	361730,05	334471,229
Тепловая нагрузка котла Q_{ne} , кВт	397566,021	383553,711
Полный расход топлива B , кг/с	27,827	25,832
Отпущенная мощность W_{omn} , кВт	136500	145600
Мощность собственных нужд, затраченная только на производство электроэнергии $W_{ээ}^{CH}$, кВт	7500	8000
Коэффициент отнесения затрат топлива на производство эл.энергии $K_э$,	0,949	0,914
Расход топлива на выработку электроэнергии $B_э$, кг/с	25,313	22,625
Расход топлива на выработку тепла B_m , кг/с	2,513	3,207
Удельный расход топлива на выработку электроэнергии $b_э$, кг/(кВт ч)	0,668	0,559
Удельный расход топлива на выработку тепла b_m , кг/ГДж	125,698	91,635

В заключение следует сказать, что сооружение новых, расширение и реконструкция действующих тепловых электростанций именно на базе классических паротурбинных блоков с существенно улучшенными технико-экономическими показателями - наиболее технически подготовленное и реально осуществимое направление развития российской угольной теплоэнергетики на перспективу 2010-2020 гг.

Техническое совершенствование угольных блоков целесообразно осуществить в два этапа. На первом их следует выполнять на "старые" параметры пара 24,0 МПа, 560-565 °С с реализацией в конструкции оборудования и технологических схемах новых, но уже подготовленных сегодня технических решений, направленных на улучшение показателей экономичности, надежности, экологичности. На втором целесообразно разработать и создать энергоблоки на суперсверхкритические параметры пара с дальнейшим повышением экономичности.