

СРАВНЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПАРОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ТЭЦ

В настоящей статье представлена информация о современных возможностях и опыте компании Siemens в области создания паротурбинных установок средней мощности (12–250 МВт) с отбором пара на технологию и теплофикацию. При этом сделан акцент на основных сравнительных характеристиках активных и реактивных турбин, а также трудозатратах на обслуживание одно- и многоцилиндровых установок.

А. ТКАЧУК,
менеджер по продажам
сервиса паровых турбин
компании Siemens

А. БЕГЛЯК, главный
технолог ООО «Энергопр
Инжиниринг»

Примерно 120 лет назад шведский изобретатель Карл Густав Патрик де Лаваль создал одноступенчатую паровую турбину с активным облопачиванием, а годом позднее англичанин Чарлз Алджернон Парсонс – многоступенчатую паровую турбину с реактивным облопачиванием. После многих лет соперничества каждое из решений нашло свое место применения. Компанией Siemens могут использоваться оба варианта в зависимости от требований, предъявляемых к работе паротурбинной установки.

На основе накопленного многолетнего опыта можно с уверенностью сказать, что в паровых турбинах с сопловым парораспределением первая (регулирующая) ступень должна быть активной, чтобы иметь возможность работать с различной парциальностью при постепенном открытии/закрытии регулирующих клапанов в условиях изменения нагрузки турбины.

Степень реактивности последних ступеней изменяется в широких пределах при переходе от корня к периферии лопатки, поэтому они всегда реактивные.

В части высокого и среднего давления может быть использовано как активное, так и реактивное облопачивание в зависимости от требований к режимам эксплуатации турбины. На рисунке указаны возможные решения при создании одноцилиндровой ПТУ средней мощности.

Приведем сравнение турбин различной степенью реактивности в таблице.

Как видно из таблицы, турбины реактивного типа имеют целый ряд преимуществ по сравнению с традиционными турбинами производств

Сравнение паровых турбин с различной степенью облопачивания

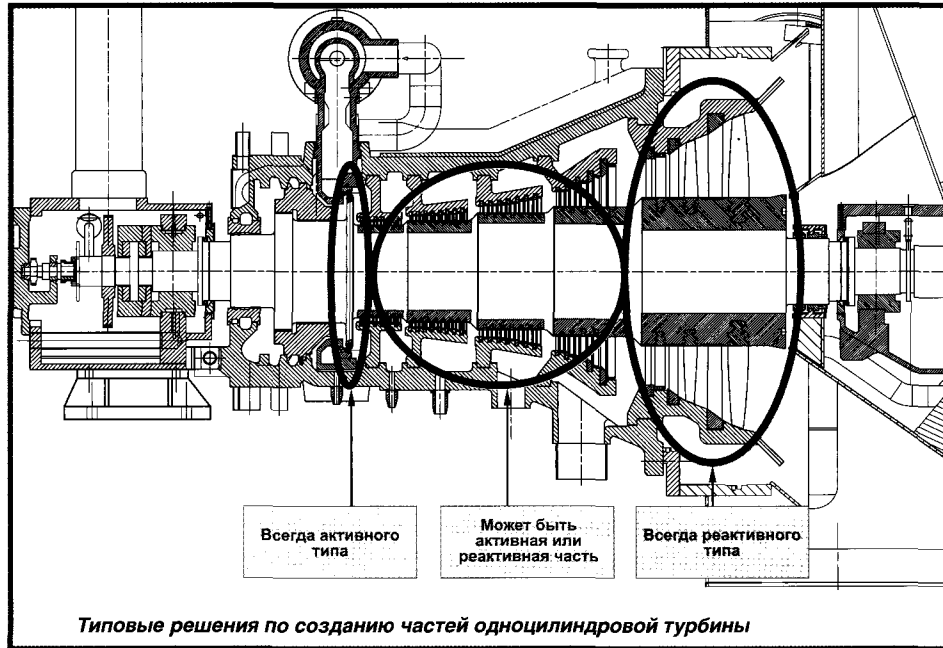
Показатели	Преимущества турбин	
	активного типа	реактивного типа
Эффективность	высокая эффективность работы при эксплуатации в номинальном режиме	высокая эффективность работы турбины во всем диапазоне нагрузок высокая эффективность работы лопаток большее количество ступеней при одинаковых осевых размерах низкие потери облопачивания, обусловленные низкой скоростью и малой величиной изменения скорости, а также современным профилем лопаток низкие потери через зазоры
Маневренность, гибкость в эксплуатации и надежность	возможность большого перепада температуры (энтальпии) на ступени	дизайн турбины приспособлен к быстрому изменению нагрузки, в том числе благодаря использованию более жесткого барабанного ротора по сравнению с дисковым. Его масса работает как тепловой аккумулятор, который замедляет изменение температуры после быстрой смены нагрузки и способствует снижению уровня вибрации вала во время эксплуатации, а также упрощенная процедура его балансировки благодаря наличию разгрузочного поршня происходит уравнивание осевой нагрузки, в том числе возникающей при появлении отложений на лопатках отсутствие необходимости в дорогостоящих диафрагмах благодаря использованию облопачивающих лопаток оптимальная окружная скорость при меньших диаметрах ступеней, что обеспечивает малую нагрузку на рабочие лопатки упрощенная процедура пуска с минимальным количеством критических частот вращения (обычно одна) более прогрессивный и надежный дизайн лопаток, защищающий их от вибрации и позволяющий избежать проблем с бандажом
Обслуживание и ремонты	наличие большого опыта в эксплуатации и ремонте у организаций стран СНГ	простота обслуживания отсутствие разрушения лопаток (по опыту многолетнего производства и эксплуатации) отсутствие механических проблем с упорными подшипниками более высокий срок эксплуатации между капитальными ремонтами меньшие размеры и металлоемкость возможность одноцилиндрового исполнения турбин мощностью до 250 МВт

турбин СНГ (активного и активно-реактивного типа), особенно при применении их на ТЭЦ с производственными и эксплуатационными нагрузками в условиях повышенных требований к эффективности, маневренности, а также к минимальной стоимости капитальных затрат и обслуживания.

Отдельно хотелось бы остановиться на значении количества цилиндров турбины. Традиционные турбины активного и активно-реактивного типа для ТЭЦ на сегодняшний день могут быть произведены в одноцилиндровом исполнении электрической мощностью до 60–65 МВт (за исключением турбин с противодавлением более 0,6 МПа и турбин конденсационного типа). При более высокой электрической мощности (например, в диапазоне 65–250 МВт) такие турбины выпускаются уже только в двух- и трехцилиндровом исполнении. В то же время компания Siemens имеет возможность производить одноцилиндровые турбины реактивного типа SST-600 электрической мощностью до 150 МВт, SST-800, SST-900 – до 250 МВт.

Основные отличия турбин при разном количестве цилиндров заключаются прежде всего в количестве обслуживаемых элементов, которые могут выходить из строя и требовать замены/ремонта, а также во времени обслуживания (соответственно продолжительности турбины). Использование паровых турбин Siemens одноцилиндрового исполнения дает возможность:

- снизить количество подшипников до 3 (соответственно и датчиков на них), паровых и масляных уплотнений, штоков клапанов и диффузоров, сервоприводов, расходных материалов, а также клапанов на дренаже, уплотнительном паре;
- отказаться от соединительных муфт между цилиндрами, пружинных элементов в концевых и диафрагменных уплотнениях;
- существенно уменьшить маслохозяйства, количество смазочно-



Типовые решения по созданию частей одноцилиндровой турбины

го масла, мощность маслонасосов и т.д.;

- уменьшить количество соединительных трубопроводов и вспомогательных элементов, упростить обвязку турбины;
- снизить затраты времени на инспекцию/обслуживание или ремонт самого цилиндра, подшипников, соединительных муфт и т.п., а также на выставление и замеры зазоров, центровку и балансировку ротора. Исходя из нашего опыта, капитальный ремонт одноцилиндровой турбины может быть завершен в течение 30–40 дней;
- использовать съемную изоляцию, которая обратно устанавливается после разборки-сборки цилиндра.

Различные подходы к созданию паровых турбин у заводов Siemens и производителей стран СНГ связаны с традиционно сложившимися условиями рынка. В свое время заводы Siemens сделали основную ставку на индивидуальное исполнение паровых турбин под режимы работы каждого заказчика, соответствие повышенным требованиям энергетического рынка к маневренности, а также ми-

нимальный объем затрат при строительстве, монтаже, эксплуатации и обслуживании.

Ввиду изначально сложившихся режимов эксплуатации ТЭЦ в Республике Беларусь (работа в базовом режиме) реактивные паровые турбины средней мощности были не востребованы, а поэтому мало представлены в Белорусской энергосистеме, и у отечественных предприятий практически отсутствует опыт их эксплуатации и обслуживания, что не позволяет по достоинству оценить все указанные ранее преимущества реактивных турбин.

Как известно, в настоящее время происходят существенные изменения в требованиях к режимам работы энергосистемы в целом, а соответственно – и к эксплуатации ТЭЦ (изменение тепловых нагрузок, повышение требований к эффективности и маневренности паровых турбин, а также к снижению стоимости их эксплуатации и обслуживания), которые существенно повышают возможности использования современных промышленных паровых турбин Siemens.

SIEMENS

Siemens, s.r.o., обособленное предприятие
Industrial Turbomachinery,
отделение сервиса: Оломоуцка, 7/9, 618 00
г. Брно, Чешская Республика

ЭНЕРГО ПРО

ООО «Энергопро Инжиниринг»
220114, Беларусь, г. Минск, пр-т Независимости, 169-401
Тел.: (+375 17) 218-13-58
E-mail: info@energopro.by