

Повышение эффективности энергоблоков на основе модификации функциональных поверхностей конденсаторов паровых турбин тепловых электрических станций

Работа проведена в 2014 г. в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 г.г.» в период с 24 ноября 2014г. по 31 декабря 2014г.

Соглашение о предоставлении субсидии № 14.583.21.0011 от 24 ноября 2014г. (Этап 1)

Научный руководитель проекта: старший научный сотрудник НЦ «Износостойкость», к.т.н. Рыженков Артем Вячеславович.

Ответственный исполнитель: инженер НЦ «Износостойкость» Рыженков Олег Вячеславович.

1. Цель прикладного научного исследования и экспериментальной разработки

1.1. Разработка и реализация технических решений по модернизации экспериментального стенда, позволяющих определить с повышенной точностью влияние перевода пленочной конденсации в капельную на интенсивность теплообменных процессов при нерасчетных режимах работы конденсатора с температурой охлаждающей воды на входе в диапазоне от 5 до 40 °С.

1.2. Разработка новых способов модификации латунных поверхностей, позволяющих обеспечить ультрагидрофобность поверхности с краевым углом смачивания до 150°.

2. Основные результаты ПНИР

В 2014 году в рамках 1 этапа:

Выполнен анализ состояния проблемы, связанной с повышением энергоэффективности энергоблоков ТЭС, результаты которого свидетельствует о том, что одним из существенных факторов, влияющих на ограничение их мощности (снижение КПД), является низкопотенциальный комплекс (НПК). Показано, что одним из эффективных способов минимизации негативных факторов в работе НПК является перевод пленочной конденсации в капельную с помощью гидрофобизации поверхности теплообмена.

Показано, что оценка степени гидрофобизации металлических, прежде всего латунных, поверхностей должна оцениваться по значениям эффективного, но не локального краевого угла смачивания капель воды с поверхностью фактической шероховатости. При этом сравнение указанных углов смачивания необходимо проводить на плоских поверхностях.

Проведена модернизация экспериментального стенда, включающая в себя:

- расширение диапазона параметров охлаждающего контура (диапазон температур на входе в конденсатор 4 – 40 °С);
- перекомпоновку трубной системы конденсаторов с целью удлинения трубок в 3 раза;
- установку дополнительного водоструйного эжектора.

Разработанные технические решения, эскизная документация и проведенная модернизация экспериментального стенда позволят проводить исследования с повышенной точностью по определению влияния различных способов перевода пленочной конденсации в капельную на интенсивность теплообмена в широком диапазоне параметров и условий, соответствующих эксплуатационным значениям различных промышленных аппаратов и максимально корректно сравнивать теплообмен при конденсации пара на обычной и гидрофобной поверхностях.

Основной особенностью модернизированного экспериментального стенда является проведение синхронных исследований с использованием двух независимых идентичных контуров, моделирующих процесс теплообмена при конденсации в эксплуатационных условиях и отличающихся только наличием или отсутствием гидрофобности на наружных поверхностях трубок конденсатора. Отличительной особенностью разработанного

экспериментального стенда является возможность его работы как при достаточно глубоких значениях вакуума (3-4кПа), что соответствует давлению в реальных конденсаторах, так и параметрах близких к атмосферным (100кПа).

В мировой практике отсутствуют экспериментальные установки, позволяющие проведение синхронных экспериментов по изучению конденсации пара в условиях значительного разрежения (3-4кПа) с применением гидрофобизаторов.

Полученные результаты полностью соответствуют техническим требованиям к выполняемому проекту.

3. Область применения результатов ПНИР

Результаты исследований, получаемые на данном экспериментальном стенде позволяют разработать технологический регламент по модификации функциональных поверхностей конденсаторов ПТУ ТЭС (супергидрофобизация трубной системы конденсаторов по паровой стороне) с целью повышения значения среднеинтегрального коэффициента теплопередачи конденсатора.

Данная технология может быть использована в теплообменных аппаратах, в частности, конденсаторах тепловых ТЭС и АЭС, а также в теплообменных аппаратах с фазовыми переходами (при конденсации рабочего тела) в пищевой, металлургической и химической отраслях.

4. Оценка перспектив продолжения работ по проекту.

Результаты, полученные на первом этапе выполнения Соглашения, дают основание полагать, что продолжение работы позволит выполнить все поставленные задачи и результаты ПНИР найдут широкое применение в промышленности.