

АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СИСТЕМЫ ПЛАСТИНЧАТЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ САХАРНОГО СОКА В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Хавин Г.Л.

доктор технических наук, профессор, НТУ «ХПИ», Харьков
gennadiy.khavin@mail.ru

Бабак Т.Г.

доцент, НТУ «ХПИ», Харьков
tgbabak@gmail.com

Демирский А.В.

аспирант, НТУ «ХПИ», Харьков
alexey.demirskyu@gmail.com

Был проведен анализ и математическая обработка результатов натурных экспериментов работы системы пластинчатых подогревателей сахарного сока перед выпариванием. Предложена теоретическая модель предсказания роста отложений на поверхности теплопередачи пластинчатых теплообменников. На основе полученных результатов подробно рассмотрено функционирование одного из аппаратов, который наиболее загрязняется. Построенная математическая модель позволяет прогнозировать работу во времени между остановками на чистку.

Исследовалась работа отделения подогрева сахарного сока, состоящего из пяти последовательно установленных пластинчатых теплообменников, в которых в качестве горячего теплоносителя используется вторичный пар корпусов выпарной станции и ретурный пар. Мониторинг проводился в течение 130 дней. Первое измерение было проведено после пусковых работ, занявших длительный период, и сопровождались остановками в работе аппарата. Было принято, что устойчивый режим функционирования теплообменников наступает примерно по достижению 96 ч непрерывной эксплуатации.

В результате наблюдений и измерений были получены следующие результаты. Подогреватель сока, который стоит первым по продукту берет на себя основную массу загрязнений. Он загрязняется достаточно интенсивно, в результате чего его приходилось останавливать и чистить 3 раза за сезон (130 дней) – на 10-й, 50-й и 80-й день эксплуатации. Подогреватель

конденсатом пара останавливался на очистку два раза: на 15-й день, когда потери давления выросли до 120 кПа при расчетном исходном значении 50 кПа и на 90-й день по этой же причине. Теплообменники 3-й и 4-й степени подогрева за время работы не чистились, потери давления и снижение коэффициента теплопередачи были удовлетворительными, но в конце периода эксплуатации приблизились к критическим значениям.

Анализ осмотра аппаратов во время остановки на чистку и в конце эксплуатационного сезона позволили сделать следующие выводы. Наиболее сильно отложения выпадают на распределительных участках и в коллекторах. Отложения представляют собой механические примеси по продукту, волокна, кристаллизационные отложения солей, но не накипь. Отложения имеют смешанную структуру и легко очищаются с поверхности пластин, особенно в подогревателях 3-й и 4-й ступеней. На поверхности теплопередачи отложения формируются в виде пористой «лепешки», имеющей форму каналов. Качественный состав отложений достаточно близок к классическому составу в виде смеси солей. На поверхности пластин и на распределительном участке присутствие жесткой накипи не замечено. Все отложения при раскрытии теплообменников легко удаляются механически и смываются водой.

Сформулирована теоретическая модель асимптотического загрязнения, которая используется при проектировании и расчете теплообменного оборудования. Модель базируется на описании механизма образования отложений, как непрерывного процесса образования и уноса, как разницы между интенсивностью осаждения отложений и их удаления. Была принята гипотеза о существовании линейного закона изменения касательного напряжения на стенке пластины. Для вычисления величины образования отложений используется соотношение Критендена и Янга, сформулированное по аналогии с процессами, возникающими в трубе эквивалентного диаметра с интенсифицированной теплоотдачей и развитым турбулентным потоком жидкости.