

граммных средств управления предприятиями все чаще ставится вопрос об аналитических методах анализа и маркетинга технологического рынка.

Прогнозирование развития энергетического сектора невозможно без аналитического прогноза разработок и продвижения высоких энергетических технологий, соответствующих исследований технологического рынка, использования современных информационных технологий, в том числе микропроцессорной техники и технологий удаленного доступа. Все эти проблемы, которые сегодня кажутся далёкими для реального энергетического сектора, могут в самое ближайшее время резко изменить всю структуру энергетического бизнеса, переоценить роли различных составляющих в развитии энергетических компаний, показать важнейшую роль высоких энергетических технологий на рынке услуг.

УДК 658.264

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОЧИСТКИ

Добровольский Ю.В.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент ТАРАСЕВИЧ Л.А.

На предприятиях большой и малой энергетики в эксплуатации находится большое количество теплообменного оборудования, которое работает в различных температурных условиях. В качестве греющего агента применяется пар, горячая вода, нагретые продукты нефтепереработки и других производств. От состояния поверхности нагрева теплообменного оборудования зависит эффективность его работы.

Загрязнения поверхности нагрева теплообменного оборудования различными отложениями резко снижают коэффициент теплопередачи и это приводит к значительному увеличению расхода тепла. Характер отложений на теплообменной аппаратуре зависит от свойств греющего агента и нагреваемой среды.

Количество тепла Q , передаваемого от греющего агента нагреваемой среде, определяется по формуле

$$Q = kF\Delta t,$$

где k – коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·°С);

F – поверхность теплообмена, м²;

Δt – температурный напор, °С.

Связь коэффициента теплоотдачи, коэффициента теплопроводности материала стенки теплообменной поверхности и слоя загрязнений с коэффициентом теплопередачи выражается уравнением

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{d_n - d_{вн}}{\lambda_{ст}} \frac{d_{вн}}{d_{ср}} + \frac{\delta}{\lambda_3} \frac{d_n + 2\delta}{d_{ср3}} + \frac{1}{\alpha_2}},$$

где α_1 – коэффициент теплоотдачи внутри теплообменной трубы, Вт/(м²·°С);

α_2 – коэффициент теплоотдачи снаружи теплообменной трубы, Вт/(м²·°С);

$d_{вн}$ – внутренний диаметр теплообменной трубы, м;

d_n – наружный диаметры теплообменной трубы, м;

$d_{ср}$ – средний диаметр теплообменной трубы, м;

$d_{ср3}$ – средний диаметр слоя загрязнений, м;

δ – толщина слоя загрязнений, м;

λ_{cm} – коэффициент теплопроводности материала теплообменных труб, Вт/(м·°C);

λ_3 – коэффициент теплопроводности загрязнений, Вт/(м·°C).

Эту формулу можно представить в следующем виде

$$k = \frac{1}{R_1 + R_{cm} + R_3 + R_2},$$

где R_1 – термическое сопротивление со стороны внутренней стенки трубы;

R_{cm} – термическое сопротивление материала стенки трубы;

R_3 – термическое сопротивление слоя загрязнений;

R_2 – термическое сопротивление со стороны наружной стенки трубы.

Для определения влияния отложений на коэффициент теплопередачи от стенки трубы к нагреваемой жидкости (для теплообменника-подогревателя мазута) произведены расчеты при различной толщине загрязнений. Результаты этих расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты расчета коэффициента теплоотдачи, Вт/(м²·°C)

α_2 , Вт/(м ² ·°C)	$\delta = 0$	$\delta = 0,1$ мм	$\delta = 0,3$ мм	$\delta = 0,5$ мм	$\delta = 1,0$ мм	$\delta = 1,5$ мм	λ_3 , Вт/(м·°C)
290	276,1	223,9	160,1	120,6	77,5	55,7	0,12
174	170,5	148,5	118,3	94,6	65,8	49,9	
58	56,8	54,5	49,9	45,2	37,1	31,3	
290	276,1	244,6	200,1	167	121,5	92,8	0,23
174	170,5	157,5	136,9	120,6	94	76,1	
58	56,8	56,0	52,2	55,6	45,4	40,5	
290	276,1	256,4	223,9	197,2	149,6	118,3	0,35
174	170,5	162,4	148,5	136,9	112,5	94	
58	56,8	56,8	54,5	52,9	48,7	45,2	
290	276,1	261	303,9	211	168,2	139,2	0,46
174	170,5	164,7	154,3	143,8	121,8	105,6	
58	56,8	55,7	55,3	53,9	50,6	47,6	

Из таблицы видно, что значение коэффициента теплопередачи значительно снижается в зависимости от толщины загрязнений.

Например: для коэффициента теплоотдачи от поверхности трубы $\alpha_2 = 58$ Вт/(м²·°C) и коэффициента теплопроводности загрязнений $\lambda_3 = 0,12$ Вт/(м·°C) коэффициент теплопередачи для труб с толщиной загрязнений $\delta = 1,5$ мм в сравнении с чистой поверхностью трубы снижается на 45 %.

Эффективным средством очистки поверхностей теплообмена от загрязнений является применение ультразвуковой аппаратуры. Способ ультразвуковой очистки заключается в применении упругих колебаний ультразвуковой частоты, возбуждаемых импульсным генератором и передаваемых объекту очистки с помощью магнитострикционного преобразователя, который приваривается к крышке теплообменника или к трубной доске.

Ультразвуковой способ очистки был применен на подогревателях мазута. Магнитострикционные преобразователи установлены по продольной оси теплообменника в центре передней крышки, соединены с трубной доской. Нагрев мазута осуществляется паром при давлении 0,6 МПа с температурой 170°C. Подогреватели подвергались очистке отложений 1 раз в 5–6 месяцев. Расход пара на подогрев 1 т мазута до внедрения ультразвуковой очистки составлял 0,122 т или 0,288 ГДж/т. Расход пара на подогрев

мазута после внедрения ультразвуковой очистки составил 0,0676 т/т или 0.159 ГДж/т. Снижение расхода пара составило 45 %.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что применение ультразвуковой очистки на теплообменном оборудовании позволяет существенно улучшить экономические показатели работы теплообменного оборудования.

Литература

1. Багиров И.Т., Кардаш И.М. Снижение энергозатрат на нефтеперерабатывающих заводах. – М.: Химия, 1972.

УДК 621.31.075.32

ОБ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКОМ ОБЕССОЛИВАНИИ ВОДЫ КАК НАИБОЛЕЕ ПЕРСПЕКТИВНОМ МЕТОДЕ ПОДГОТОВКИ ОБЕССОЛЕННОЙ ВОДЫ НА ВПУ

Гончарова А.А.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент ЧИЖ В.А.

Обратноосмотическое обессоливание поверхностных и подземных вод является весьма перспективным процессом для подготовки добавочной воды на ТЭС, использование которого может кардинально улучшить экологические характеристики ВПУ. Суть этой технологии заключается в продавливании содержащей растворённые соли исходной воды через пористые мембраны, размеры пор которых сопоставимы с размерами ионов и молекул. В результате чистая вода проходит через мембраны, а гидратированные ионы и молекулы остаются в концентрате. Фактически обратноосмотическое обессоливание эквивалентно извлечению из водоисточника некоторого количества чистой воды без внесения в этот источник загрязнений.

Исследования показывают, что при использовании любой методики технико-экономических расчётов себестоимость обессоливания воды обратноосмотическим методом незначительно зависит от солесодержания исходной воды, в то время как ионообменная технология при повышении солесодержания исходной воды требует существенно больших расходов на регенерацию ионитов. Весьма существенными преимуществами обратноосмотической технологии по сравнению с ионообменной являются практически полное отсутствие потребности в кислоте и щёлочи для обработки воды и сброс в водоёмы того же количества солей, которое извлечено из природной воды.

Перспективы обратноосмотической технологии в энергетике основываются на очевидной тенденции к повышению селективности мембран и на снижении рабочего давления до 1 МПа и менее, что позволяет широко использовать пластмассы, цены на которые стабильны, в то время как цены на металлоизделия за последние 10 лет увеличились на западном рынке на 50–100 %.

Технология обратноосмотического обессоливания за годы её использования была значительно усовершенствована: удельная проницаемость мембран возросла с 8–10 л/(м²·ч) до 25–40 л/(м²·ч); рабочее давление при обессоливании пресной воды снизилось с 30–50 кгс/см² до 10–16 кгс/см²; солезадержание мембран возросло с 92–95 % до 99,5 % и более и, соответственно, солезадержание обратноосмотических установок возросло с 80–85 % до 96–98 %; расход электроэнергии на прокачку воды через мембраны снизился с 3–4 (кВт·ч)/м³ до 0,75 (кВт·ч)/м³ при солесодержании воды до 2 г/л.

Всё это сделало использование установок обратного осмоса (УОО) конкурентно способными с установками обессоливания методами ионного обмена (УИО) при одновременном обеспечении высоких экологических характеристик.