

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ СНИЖЕНИЯ НАКИПЕОБРАЗОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ АНТИНАКИПИНОВ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНОГО КЛАССА

Омирзак А.А.

Бұл ғылыми мақалада антинакипин SOKOLAN 15I техника-экономикалық бағалануы қарастырылған. Қазіргі кезде пайда болған антинакипин қосындысына полиэлектrolиттік класқа негіз болатын полиамин және тұз қышқылы қарастырылған.

In the scientific article technical and economic calculations antinakin SOKOLAN 15I are considered. Recently there was a number antinakin additives polielektrolit a class on a basis poliamin and salts of their acids.

Любые процессы концентрирования морской воды, сопровождающие, ее опреснение образуют накипеобразование, интенсивность которого зависит от параметров процесса и применяемых реагентов. Накипь это твёрдые отложения, образующиеся на внутренних стенках труб паровых котлов, водяных экономайзеров, пароперегревателей, испарителей и др. теплообменных аппаратов, в которых происходит испарение или нагревание воды, содержащей те или иные соли. Пример накипи – твёрдые отложения внутри чайников.

В последнее время появился ряд антинакипных добавок полиэлектrolитного класса на основе полиаминов и солей их кислот. В частности, таковыми являются ID-206, BELGARD-2050, SOKOLAN-15I, имеющие большую термическую стойкость и способные сохранять свои свойства в течение длительного времени.[1]

Полимерные антинакипины используются на заводах по опреснению морской воды уже в течение многих лет. Количество добавок прогрессивно

уменьшалось за последние несколько лет, иногда достигая концентрации всего 1 мг/дм³.

На сегодняшний день наиболее используемыми полимерными антинакипинами являются поликарбоксилаты, то есть, гомополимеры и сополимеры малеиновой или акриловой кислот.[2]

В настоящее время известны следующие методы определения содержания антинакипинов в растворах: радиоактивная метка; прямая титрация полиэлектролитов; спектрофлуориметрия (прямая с добавлением метки); методика Nyamine; методика Nach.

Единственным надежным методом количественного определения следов полимеров в сложной матрице многие годы был метод маркировки полимеров радиоактивными изотопами. Этот метод зависит от наличия полимеров с радиоактивной меткой, которые дорого синтезировать и с которыми трудно обращаться. Это препятствует его использованию на постоянной основе. Кроме радиоактивной метки, также были рекомендованы несколько флуорометрических методов, но они зависят от наличия флуоресцентных заместителей в полимерной молекуле. Эти методы не обладают достаточной точностью, если в качестве заместителя или сомономера не используется высокочувствительный флуоресцентный краситель. Такие же ограничения по чувствительности и пределам обнаружения применимы к методам Nyamine и Nach. [3]

Данные методы определения требуют специальных реактивов, и являются довольно дорогостоящими, требующими специального аналитического оборудования.

По технологии термической дистилляции морской воды попадание солей в дистиллят происходит в результате протечек в выпарных аппаратах; капельного уноса с паром. Поскольку молекулярный вес полиакрилата (поликарбоксилата) натрия равен 3000, данное вещество не переходит в газообразное состояние и его примеси в дистилляте могут образоваться только

при попадании его вместе с морской водой в дистиллятный тракт опреснительной установки при капельном уносе жидкости или при течи теплообменных трубок выпарных аппаратов. В этом случае концентрация антинакипина в дистилляте будет пропорциональна общему солесодержанию и, соответственно, электропроводности раствора. Концентрация антинакипиновой добавки в дистилляте $C_{анд}$ определяется, как

$$C_{анд} = C_d * C_{ани} / C_{мв}, \quad \text{мг/ дм}^3;$$

где : C_d – сухой остаток в дистилляте, мг/дм^3 ;

$C_{ани}$ – концентрация антинакипина в морской, $C_{мв}$ – общее солесодержание исходной морской воды, в точке дозирования в нее антинакипиновой добавки, мг/дм^3 .

Сухой остаток в дистилляте определены по стандартной методике определения солесодержания растворов электрометрическим методом «ГОСТ-26449.1-85. Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Методы химического анализа соленых вод».

$$C_{ани} = G_{ан} / S_{мв}; \quad \text{мг/ дм}^3,$$

где: $G_{ан}$ – массовый расход антинакипина, кг/ч ;

$S_{мв}$ – объемный расход морской воды, $\text{м}^3/\text{час}$;

$$G_{ан} = S_{ан} * K_d * \rho_{ан} / 100; \quad \text{кг/час},$$

где: $S_{ан}$ - объемный расход антинакипина, л/ч ;

K_d - концентрация действующего вещества антинакипина по паспорту%.

$\rho_{ан}$ - плотность антинакипина, кг/дм^3 .

ПДК полиакрилата натрия в соответствии со СНиП №3.02.002.04 составляет 1.0 мг/ дм^3 , для метакриловой кислоты. Предельно допустимая концентрация солей в дистилляте марки А и Б составляет 200 мг/л в соответствии с регламентом дистилляционных опреснительных установок и стандартом предприятия СТ ТОО 39897696-031-2007. «ВОДА ДИСТИЛЛИРОВАННАЯ. Технические условия».

При данном солесодержании максимально возможная концентрация анти- накипина в дистилляте составит $0,04 \text{ мг/л}$, а с учетом разбавления дистил-лятом с других установок – меньше ПДК на два порядка.

Ниже приведены расчеты по определению антинакипина в морской воде и

дистилляте

Исходные данные

Наименование	Обозначение	Значение
Площадь дна расходного бака антинакипина, кв.см	LxB	10000
Плотность антинакипина, кг/л	ан \square	1,26
Концентрация действующего вещества в антинакипине, %		40

Результаты замеров/анализов

Изменение уровня в баке антинакипина, мм/ч	$\square\square$	5
Расход воды на ВА-10, т/ч	S _{мв}	860
Солесодержание исходной морской воды, г/л	C _{мв}	13,4
Общее солесодержание дистиллята, мг/л	C _д	200

Результаты расчета

Расход антинакипина, л/час		5,8
Концентрация сополимеров в морской воде, мг/л	Сани	2,930
Концентрация сополимеров в дистилляте, мг/л	Санд	0,04373

Дозировка реагента производилась в исходную морскую воду, подаваемую на ВА-10 в течение 72 часов в количестве 4-6 мг/л.

На рис.1 представлены графики изменения давления в греющей камере выпарного аппарата ВА-1. Увеличение давления в греющей камере является показателем осаждения накипи на теплообменных трубах.

Поскольку в течение эксперимента температура кипения в ВА-1 изменялась в диапазоне 99,6-104.7 °С, оно было приведено к 100 °С кипения при помощи корреляционного коэффициента.

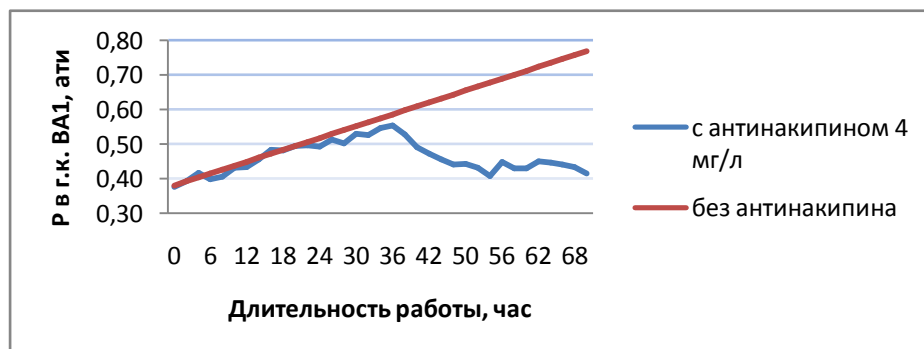


Рис. 1 Изменение давления в греющей камере ВА-1

Как видно из рис.1 давление в течение первых 32 часов эксперимента увеличивалось, а затем начало резко снижаться. Причем давление повышалось с той же интенсивностью, что и при отсутствии антинакипина. По-видимому, данное изменение давления вызвано тем, что перед экспериментом тракт установки не был тщательно отмыт от меловой затравки, используемой в штатной технологии производства дистиллята на дистилляционных опреснительных установках с вынесенной зоной кипения.

Наличие в тракте установки мелкодисперсной затравки блокировало действие антинакипина на эти 30 часов, пока поверхности оставшейся меловой затравки не были блокированы антинакипинном или выведены из тракта установки. Затем давление начало снижаться и затем стабилизировалось. Анализ производительности установки (рис.2), показал, что за время проведения испытания антинакипина выработка дистиллята не уменьшилась, что говорит об эффективности его использования для данного типа установок. Что касается системы регенеративного подогрева, то здесь явно наблюдается эффект улучшения теплообмена. По-видимому, в данном случае наблюдается процесс отмывки теплообменных поверхностей регенеративных подогревателей от отложений, образовавшихся в период работы установки по проектной технологии.

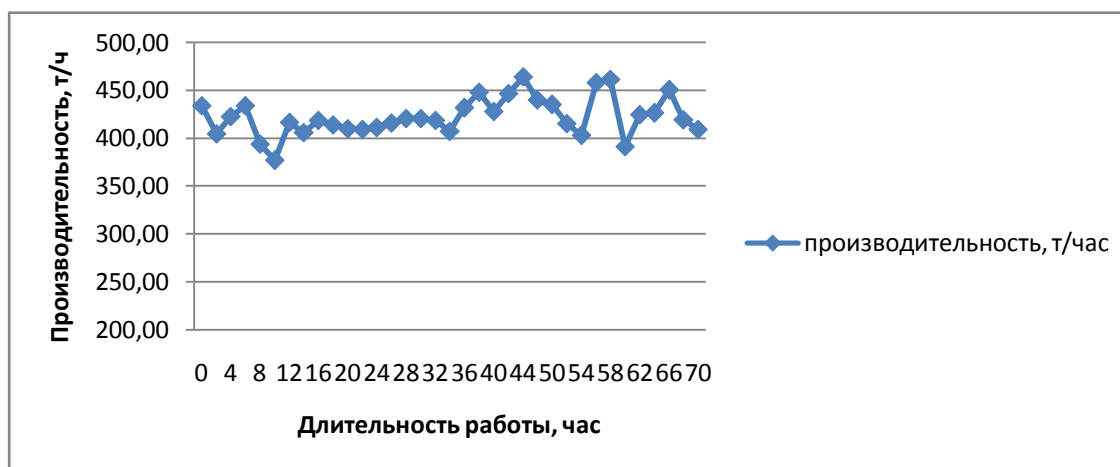


Рис. 2 Изменение производительности опреснительной установки

Несмотря на то, что длительность экспериментальных испытаний антинакипина SOKOLAN -15 I была значительно сокращена в связи с возникшими на ТОО «МАЭК-Казатомпром» техническими проблемами в связи с резким понижением температуры окружающего воздуха, в целом, результаты испытаний можно считать положительными.

Технико-экономическая оценка использования антинакипина SOKOLAN 15 I

Применение реагентной технологии ограничения накипеобразования требует концентрации 4-6 мг/ дм³ по дозируемому раствору.

Соответственно годовая потребность в антинакипине на одну дистилляционную установку составит:

$$Q_{\text{ан}} = S_{\text{мв}} * 24 * 340 * q_{\text{ан}} * 10^{-6} \text{ (т/год)}, \text{ где:}$$

$S_{\text{мв}}$ – расход исходной морской воды на ВА-10, т/ч;

$q_{\text{ан}}$ – удельный расход антинакипина, г/т;

$$Q_{\text{ан}} = 800 * 24 * 340 * 6 * 10^{-6} = 39,2 \text{ т/год}$$

Стоимость антинакипина SOKOLAN 15I составляет 800 тенге/кг, тогда общая стоимость реагентов на год будет равна $C_{\text{ан}} = 800 * 39,2 = 31360$ тыс.тенге.

Общая стоимость планового ремонта и кислотной очистки оборудования одной ДОУ в настоящее время составляет $ЗР_{\text{мз}} = 21000$ тенге/ в год.

В случае использования антинакипина межпромывочный период увеличится с 6 до 11 месяцев, не потребуются пробивать теплообменные трубки, забитые меловыми пробками, уменьшится количество выходов из строя циркуляционных насосов. В результате стоимость ремонтов уменьшится до $ЗР_{\text{ан}} = 8000$ тыс. тенге в год.

За счет меньшей скорости накипеобразования среднегодовая производительность установки вырастет с 380 до 450 т/час, что снизит себестоимость получаемого дистиллята на 8,9%. В годовом исчислении это составит $СС = 62 * 450 * 340 * 0,089 * 10^{-3} = 20262$ тыс.тенге

Стоимость оборудования для подачи антинакипина стоит около $СО_{\text{ан}} = 100$ тысяч тенге.

Годовая экономия от внедрения технологии ограничения накипеобразования с помощью полиэлектролитной добавки SOKOLAN 15I составит:

$$\text{Э} = ЗР_{\text{мз}} + СС - C_{\text{ан}} - ЗР_{\text{мз}} - СО_{\text{ан}} = 21000 + 20262 - 31360 - 100 = 9802 \text{ тыс.тенге.}$$

Технико-экономический анализ показал, что при внедрении данной технологии, предприятие может получить экономический эффект около 9 миллионов тенге на одной установке.

Литература:

1. Слесаренко В.Н. Дистилляционные опреснительные установки, М. Энергеия 1980
2. Слесаренко В.Н. Опреснение морской воды, «Энергоатомиздат», М., 1991

3. .M.K. Al - Gobaisi, A. Hassan, G.P. Rao, A.Sattan, A. Woldai, R. Borsani: Towards improved automation for desalination processes, Part 1; Advanced control; IDA Conference, 1993 at Yokohama(JPN),Vol.No.3, 57-94
4. F.Korte, TU Mьnchen, Freising-Weihestefan Desalination, **30**, 411 - 424(1979)