

## ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПАРИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА ОСНОВЕ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПАВ

**Кужугет Шончалай Уран-ооловна**

студент, Московский Политехнический Университет, РФ, Москва

**Савельев Илья Леонидович**

старший преподаватель, Московский Политехнический Университет, РФ, Москва

**Чугаев Евгений Анатольевич**

старший преподаватель, Московский Политехнический Университет, РФ, Москва

### **Improving the energy efficiency of evaporation plants on the basis of heat transfer intensification when using surfactants**

***Shonchalai Kuzhuget***

*student, Moscow Polytechnical University, Russia, Moscow.*

***Ilya Savelev***

*Head teacher Moscow Polytechnical University, Russia, Moscow*

***Eugene Chugayev***

*Head teacher, Moscow Polytechnical University, Russia, Moscow*

**Аннотация:** В статье рассматриваются проблема применения способов и методов увеличения энергоэффективности работы испарительных установок в рамках интенсификации теплообмена. Данный процесс анализируется на основе использования поверхностно активных веществ.

**Abstract:** The article deals with the problem of methods to increase the energy efficiency of evaporation settings of heat exchange intensification. This process is analyzed on the basis of the use of surfactants.

**Ключевые слова:** ПАВ, теплообмен, абсорбция, интенсификация.

**Keywords:** surfactants, heat transfer, absorption, intensification.

В настоящее время поверхностно активные вещества (ПАВ) нашли достаточно широкое

применение в теплоэнергетике для очистки и защиты поверхности теплообмена. Как отмечают исследователи, вклад поверхностно-активных веществ в интенсификацию конкретно процессов теплообмена на сегодняшний день представляется в значительной мере. Для решения различных задач подбираются ПАВ со специальными свойствами [6, с. 123].

Переходя к рассмотрению предлагаемой темы, кратко отметим, что поверхностно активные вещества представляют собой амфифильные соединения, состоящие из водонерастворимой гидрофобной части, которая, в свою очередь, присоединена к водорастворимой гидрофильной группе. ПАВ можно классифицировать как неионогенные, анионные, катионные и амфотерные, то есть в зависимости от природы гидрофильной группы. Первые три класса характеризуются отсутствием формального заряда. Амфотерные ПАВ отличаются биполярной структурой, которая представляется в достаточной мере чувствительной к изменениям pH среды [3, с. 29].

Ввиду того, что вода представляет собой достаточно широко используемый теплоноситель конкретно в испарительных установках, поверхностно активные вещества, которые анализируются в данной статье, можно отнести к водным растворам или дисперсиям.

При эксплуатации теплообменных аппаратов наиболее актуальна проблема загрязнения поверхностей теплообмена, конкретно образование коррозии и отложения солей. Металлические поверхности теплообменных аппаратов и установок содержат катодные и анодные участки. Катодные участки обычно подвержены общей коррозии. Анодные, в свою очередь, имеют большую плотность заряда, вместе с тем, меньший размер, следовательно, вероятно точечная коррозия.

Структуры поверхностно активных веществ, выступающие в роли ингибиторов, обычно длинноцепные амины или карбоновые кислоты. Функциональные группы ПАВ, адсорбируясь на противоположно заряженной поверхности, способствуют развороту углеводородных радикалов наружу. Следовательно, они обеспечивают наличие гидрофобной поверхности в коррозионно-активной атмосфере. Обычно длины углеводородной цепи достаточно для исключения возможности растворения молекулы ПАВ в воде и для осуществления покрытия поверхности. Зона покрытия также зависит от вида адсорбции. Это может быть монослойная адсорбция при низких концентрациях, или же мицеллярная или гемимицеллярная при высоких концентрациях [3, с. 29]. При рассматриваемом процессе адсорбции, когда грани зародышевых кристаллов покрываются мономолекулярной пленкой органического вещества, возможно выявление некоторых препятствий их дальнейшего роста. В свою очередь те, что образуются в растворе, выводятся из установки в виде шлама [1, с. 13].

Как отмечают исследователи, в рамках проведенного анализа по применению поверхностно активных веществ в испарительных установках было подобрано средство для очистки поверхностей. Как подчеркивается в исследованиях, поверхностно активное вещество предназначено для промывки и удаления накипно-коррозионных отложений. Кроме того, ПАВ образует на поверхности пленку, которая надежно защищает поверхность металла от контакта с различными окислителями [3, с. 29].

Для решения поставленной задачи прибегают к таким мерам, как подкисление исходной воды, умягчение питательной воды, зернистые присадки, специальное покрытие поверхности – гидрофобное, кроме того, применение антинакипинов, как по-другому их называют – ингибиторы, о которых уже говорилось выше [1, с. 14.].

Также для достижения большей эффективности иногда используют сложные эфиры фосфорной кислоты и спиртов, этоксилов спиртов, этоксилов алкилфенолов и эфиров этоксилированных аминов. В качестве ПАВ могут быть использованы лишь моно- и диэфиры фосфорной кислоты. В промышленности их получают по реакции взаимодействия спиртов с пятиокисью фосфора, в результате которой получается эквимольная смесь моно- и диэфиров и небольшое количество свободной фосфорной кислоты. Реакция спиртов с полифосфорной кислотой дает преимущественно моноэфиры с небольшим содержанием свободной фосфорной кислоты. Фосфатирование с помощью  $P_2O_5$  осуществляется введением фосфатирующего агента в виде порошка к интенсивно перемешиваемому безводному спирту в строго безводных условиях. Для предотвращения локальных перегревов и прижогов, то есть изменения цвета,

требуется мешалка, которая может обеспечить большое сдвиговое усилие, и постоянная рециркуляция реакционной смеси через теплообменник [3, с. 54].

Как отмечают ученые, многие дифильные полимеры практически необратимо адсорбируются на водной поверхности. Десорбция не происходит даже в таком случае, когда концентрация растворимого полимера в объемной фазе приближается к нулю. При нанесении подобных полимеров из органического растворителя на водную поверхность образуются устойчивые пленки, как и в случае с монослоем нерастворимых низкомолекулярных поверхностно активных веществ. Нанесенные поверхностные пленки подобного рода образуются также слабыми природными полиэлектролитами, прежде всего, белками [2, с. 211].

Кроме того, для интенсификации теплообмена могут применяться многообразные геометрические формы аппаратов. В результате этого наблюдается увеличение коэффициентов теплоотдачи. Вместе с тем, отметим, что общепринятых корреляционных зависимостей невозможно найти, лишь одну из них, а именно: перепад давления может быть тем больше, чем значительно выше коэффициент самой теплоотдачи, не в пользу последнего. Это обычно может происходить по причине сильного возрастания потерь и на трение, и на преодоление местных сопротивлений. В данном случае, уместно обращение к поверхностно активным веществам, что способствует снижению гидродинамического сопротивления. Подобный эффект обычно находит проявление в условиях добавления полимеров и достижении ими значения напряжения сдвига [5, с. 39]. Отметим, что снижение гидродинамического сопротивления можно обычно достичь при использовании малых массовых концентрациях полимерных добавок. Таким образом, при различии вязкости раствора и небольшого количества растворителя [4, с. 324 – 325].

Немаловажно отметить, что различные примеси, которые могут содержаться в нагреваемой и испаряемой воде, обычно выделяются в твердую фазу на внутренних поверхностях теплообмена в виде накипи. С другой стороны, в это же время, внутри водяной массы собственно в виде взвешенного шлама, как уже подчеркивалось выше. Конструкционные изменения поверхностей теплообмена могут привести, с одной стороны, к положительным последствиям, а именно к росту теплопроводимости и снижению металлоемкости. С другой стороны, за этим может следовать ряд отрицательных последствий, таких, как повышение гидравлического сопротивления [5, с. 40]. В рассматриваемом случае, поверхностно активные вещества способствуют преодолению сложных поверхностей теплообмена, а также очищению его от вредных для поверхностей испарительных установок примесей.

## **Список литературы:**

1. Бабилова Д. И., Сауахасов С. Т., Нурсейтов Д. А., Калдыбаев О. Э., Есенгелдиев О. Т. Очистка сточных вод в испарительных установках//Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы международной научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. Т. 6. № 1. Челябинск: Изд-во НИУ Южно-Уральского государственного университета, 2018. С. 11 – 14.
2. Кузнецов В. М., Аментьев А. В., Носков Б. А., Тойка А. М. Нанесение пленки комплексов синтетических полиэлектролитов и ПАВ: ди-латационная вязкоупругость и влияние на испарение во-ды//Коллоидный журнал. Т. 71. № 2. М.: Изд-во РАН, 2009. С. 211 – 216.
3. Ланге К. Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение. СПб: Профессия, 2004. 240 с.
4. Мартыненко О. Г. Справочник по теплообменникам. Т. 1. М.: Энергоатомиздат, 1987 г. 560 с.
5. Тимохин И. В. повышение эффективности теплообменных аппаратов на основе модификации теплообменных поверхностей с использованием ПАВ//Научный журнал «Студенческий форум». № 28 (49). С. 37 – 40.

6. Чураев Е. А., Филин А. А. ПАВ как абсорбент для энергетических установок//Инновационные технологии в науке и образовании. Сборник статей победителей IV Международной научно-практической конференции. Пенза: «Наука и Просвещение», 2017. С. 123 – 125.