

СЕКЦИЯ 2. ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ЭКОЛОГИЯ

ОЦЕНКА ТЕПЛОТДАЧИ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ ХЛОРИДА КАЛЬЦИЯ И ХЛОРИДА НАТРИЯ

Алексеева Н. В.

*К.т.н., доцент кафедры «Технологические процессы, аппараты
и техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный
технический университет», Тамбов, Россия, alexejewa.nadja@gmail.com*

Эффективность переноса тепла от источника к потребителю имеет важное значение в экономическом развитии технологий теплоснабжения. Основными элементами теплопереноса, которые оказывают существенное влияние на возможно переносимое количество тепла и сопутствующие им тепловые потери, являются теплоноситель и используемое оборудование. При выборе теплоносителя технологии составляют ряд требований, предъявляемых к теплоносителю. Разработка аппаратного оформления теплообменного оборудования подразумевает обязательные теплоизоляционные элементы. Совместное использование теплоносителя и оборудования влечет за собой ряд негативных технологических явлений, решение которых необходимо учитывать при проектировании и расчете теплообменного оборудования. К таким явлениям следует отнести осадкообразование, увеличение гидравлического сопротивления и уменьшение скорости теплоносителя, изменение теплопроводности стенок оборудования [1]. В настоящее время существует ряд подходов к решению подобных задач [2], что требует более подробного исследования.

Одним из методов организации теплоснабжения является использование водных растворов с присадками для снижения осадкообразования внутри используемого оборудования. В качестве профилактики организуется промывка оборудования кислыми или щелочными растворами. Недостатком метода является последующая необходимость утилизации отработанных высокоминерализованных растворов, что негативно влияет на экологическую составляющую технологического процесса.

К наиболее экологически безопасным процессам относится процесс водоподготовки с помощью ионообменных смол. Данный процесс в основном используется для подготовки воды для парогенераторов. Суть процесса заключается в замене солей кальция, магния и железа, являющихся основными источниками образования осадков на хорошо растворимые соли натрия. Данный процесс можно использовать и для подготовки воды для сетей теплоснабжения. Для оценки эффективности использования данного процесса необходимо оценить, как изменится скорость теплоотдачи в теплоносителе при смене вида соли.

Таким образом, целью работы является определение изменений в процессе теплопереноса при смене соли хлорида кальция на соль хлорида натрия при прочих равных условиях. Объективную оценку можно провести при сравнении коэффициентов массоотдачи, которые определяются из критерия Нуссельта (Nu) по критериальному уравнению для турбулентного режима течения теплоносителей (для оценочного расчета при сравнении теплоносителей можно пренебречь множителем, учитывающим параметры системы при температуре стенки) [3]:

$$Nu = 0,021 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,42}, \quad (1)$$

где $Nu = \frac{\alpha \cdot d}{\lambda}$; $Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu}$; $Pr = \frac{c \cdot \mu}{\lambda}$.

Расписав все критерии подобия и выразив коэффициент теплоотдачи, получаем:

$$\alpha = 0,021 \cdot \frac{w^{0,8}}{d^{0,2}} \cdot \frac{\lambda^{0,58} \cdot \rho^{0,8} \cdot c^{0,42}}{\mu^{0,88}} = 0,021 \cdot K \cdot K_1, \quad (2)$$

где K – коэффициент, учитывающий технологические и аппаратные параметры проведения процесса, K_1 – корреляционный коэффициент, зависящий от характеристик теплоносителя. Таким образом, необходимо получить зависимость $\alpha = f(K_1)$.

Для расчета были использованы справочные данные для раствора хлорида натрия и кальция: плотность раствора ρ (кг/м³), удельная теплоемкость c (Дж/кг·К), удельная теплопроводность λ (Вт/м·К) и динамический коэффициент вязкости μ (Па·с) в зависимости от концентрации раствора. Результаты расчета представлены на рисунке.

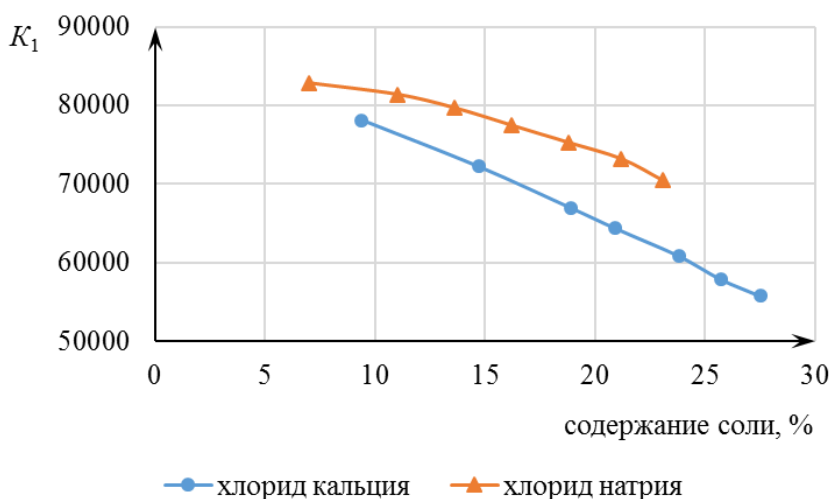


Рисунок – Зависимость коэффициента корреляции для расчета коэффициента теплоотдачи

Проведенные математические расчеты, основанные на справочных теплофизических характеристиках рассмотренных водных растворов хлорида кальция и хлорида натрия, позволяют сделать вывод о повышении коэффициента

теплоотдачи в растворах хлорида натрия по сравнению с раствором хлорида кальция при прочих равных условиях, что говорит о дополнительном положительном эффекте процесса водоподготовки теплоносителя в технологии теплоснабжения путем замены ионов кальция на ионы натрия. Повышение концентрации соли в растворе приводит к большей степени различия коэффициентов массоотдачи. Таким образом, ионообменный процесс эффективно использовать и для подготовки теплоносителя при подаче тепла потребителю.

Список использованных источников

1. Шеина, Е. И. Анализ схемных решений систем централизованного теплоснабжения / Е. И. Шеина // Сборник трудов победителей конкурса научно-исследовательских работ студентов и аспирантов ВГТУ по приоритетным направлениям развития науки и технологий. – Воронеж, 2019. – С. 47–49.
2. Иванова, Т. П. Аварийно-спасательные и другие неотложные работы на системах водоснабжения и канализации в чрезвычайных ситуациях / Т. П. Иванова, В. П. Полуянов, А. М. Юрьев // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2008. – № 3. – С. 98–109.
3. Павлов, К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. – Москва : Издательство Альянс, 2007.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОБЛЕМАМ ОХРАНЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ БЕЛАРУСИ

Андреюк¹ С. В., Крук² А. С.

*¹ К.т.н., доцент, заведующий кафедрой водоснабжения, водоотведения
и охраны водных ресурсов, УО «Брестский государственный технический университет»
Брест, Беларусь, svandreyuk@g.bstu.by*

*² Студент УО «Брестский государственный технический университет»
Брест, Беларусь, krukaleksandra.ss@gmail.com*

Введение

В Беларуси централизованное водоснабжение городов, городских и сельских поселков, а также промышленных предприятий базируется на использовании пресных подземных вод, приуроченных к водоносным горизонтам и комплексам четвертичных и дочетвертичных отложений зоны активного водообмена, и осуществляется посредством эксплуатации групповых водозаборов с утвержденными эксплуатационными запасами. Подземные воды являются основным источником централизованного водоснабжения населения Республики Беларусь. Так, прогнозные эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод в целом по стране оцениваются в 49,596 млн м³/сут. Потенциальные возможности использования