

Альтернативные способы регенерации адсорбента в системах технологического кондиционирования воздуха

Макатов Кирилл (Университет ИТМО)

Научный руководитель к.т.н., доцент, Муравейников С.С (Университет ИТМО)

Благодаря исключительной способности использовать низкопотенциальную энергию, адсорбционная система осушения привлекла внимание исследователей на фоне растущего спроса. Значительное количество энергии доступно в виде отработанного тепла от промышленности, электростанций, солнечного излучения. В данном обзоре представлены различные технологии, предназначенные для регенерации адсорбента, способствующие повышению эффективности системы осушения воздуха, включая ультразвуковое воздействие, микроволновое излучение, солнечную энергию.

Внимание научного сообщества к интеграции низкопотенциальных источников энергии, таких как солнечная энергия, возросло благодаря исследованиям в области методов адсорбционной сушки. Существуют различные установки для интеграции солнечной энергии в систему адсорбционного осушения, такие как коллекторы с плоскими пластинами, параболические тарелки/корыта и концентраторы [1].

В свою очередь микроволновое осушение основано на том, что данный тип излучения вызывает колебания молекул воды в материале, что приводит к их нагреву и испарению. Было проведено сравнительное исследование регенерации слоев адсорбента с использованием микроволнового и традиционного методов нагрева. Исследование показало, что метод микроволнового нагрева преобладает над традиционной системой, поскольку время десорбции в микроволновой системе сократилось на 98,2% [2]. Экспериментальная установка была разработана для равномерного распределения температуры в слое адсорбентах.

В других работах проанализировали регенерацию цеолита с помощью микроволн и представили тепловую модель для определения тепловой энергии, поглощаемой цеолитом, и его температуры, чтобы избежать снижения адсорбционных свойств [3]. Так же было исследовано поведение десорбции воды в роторе осушителя с использованием микроволн. В качестве адсорбента использовался цеолитовый ротор с различной ширины (60–180 мм), а мощность микроволн составляла 200–800 Вт. Результаты показали линейный скачок скорости десорбции при увеличении мощности, но результат не соответствовал ожидаемому уровню [4]. Выравнивание температурного градиента при микроволновом нагреве играет важную роль в увеличении скорости десорбции. Далее объединили нагрев воздуха с микроволновым нагревом. Эффективность системы снизилась из-за отсутствия равномерного распределения температуры, поэтому комбинированный метод нагрева является высокоэффективным по сравнению с отдельными системами [5].

Осушение с использованием ультразвука основано на явлении акустической кавитации и механическом воздействии ультразвуковых волн на влагу в материале. Суть ультразвуковой кавитации заключается в создании микроскопических вакуумных пузырей в жидкости под воздействием интенсивных ультразвуковых волн, которые при последующем коллапсе порождают высокотемпературные и высокодавленные локальные условия.

Группа ученых экспериментально исследовала эффективность ультразвукового воздействия для регенерации силикагеля при пониженных температурах. Было проведено исследование влияния различной мощности и частоты ультразвука на восстановление силикагеля при различных температурах (45, 55, 65 и 75 °C), частотах (21, 26 и 35 кГц) и с различной мощностью (0, 20, 40 и 60 Вт). Исследование показало, что ультразвук с меньшей частотой и большей мощностью приводит к меньшим затратам энергии для регенерации [6].

Данная работа представляет собой обзорное исследование по повышению эффективности процесса регенерации влагопоглотителей с использованием солнечной

энергии, ультразвукового воздействия и микроволнового излучения. Введение солнечной энергии в систему осушения позволяет снизить потребление электроэнергии при регенерации адсорбента. Однако использование данной методики ограничено местоположением экспериментальной базы. Для подтверждения предположения, что микроволновые и ультразвуковые методологии могут стать уверенной альтернативой низкопотенциальной энергии, несмотря на проблему, связанную со значительным количеством требуемой электроэнергии, требуется проведение дальнейших исследований.

Список литературы

1. Bellos, E., Tzivanidis, C., 2020. Solar concentrating systems and applications in Greece – a critical review. *J. Clean. Prod.* 272, 122855
2. Demir, H., 2015. Comparison of microwave and conventional driven adsorption heat pump cycle duration. *Int. J. Eng. Technol. IJET* 1 (8).
3. Demir, H., 2013a. Development of microwave assisted zeolite-water adsorption heat pump. *Int. J. Refrig.* 36, 2289–2296.
4. Polaert, I., Ledoux, A., Estel, L., Huyghe, R., Thomas, M., 2003. Microwave assisted regeneration of zeolite. *Int. J. Chem. React. Eng.* 1, 1–15.
5. Kubota, M., Hanada, T., Yabe, S., Matsuda, H., 2013. Regeneration characteristics of desiccant rotor with microwave and hot-air heating. *Appl. Therm. Eng.* 50, 1576–1581.
6. Yao, Y., Zhang, W., Liu, S., 2009. Parametric study of high-intensity ultrasonics for silica gel regeneration. *Energy and Fuels* 23, 3150–3158.