

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОСА ПРИ РЕГЕНЕРАЦИИ ТВЕРДЫХ СОРБЕНТОВ В АДСОРБЕРЕ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРА С РАЗВИТОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ТЕПЛОПОДВОДА

Твердые адсорбенты с развитой внутренней поверхностью и высокими адсорбционными свойствами широко применяются в технике и различных отраслях промышленности. По мере увлажнения их адсорбционная способность снижается. Регенерация отработанных адсорбентов проводится при достаточно высоких температурах, причем применение температур ниже или выше оптимальной снижает адсорбционную емкость сорбента. Выбор оптимального температурного режима регенерации представляет актуальную задачу с точки зрения сохранения адсорбционных свойств восстановленного сорбента, а также энергоэффективности процесса.

Создание математической модели и метода расчета динамики тепло- и массопереноса при регенерации отработанных твердых гранулированных сорбентов в адсорбере термотрансформатора – основные задачи математического моделирования.

В адсорбере термотрансформатора восстановление сорбента проводится в вакууме путем кондуктивного подвода энергии от внешнего теплоносителя. Для интенсификации теплоподвода применяется оребрение теплообменной поверхности. Математическое моделирование динамики регенерации влажного сорбента в адсорбере термотрансформатора представляет собой решение сопряженной двумерной задачи теплопроводности для металлической оребренной поверхности теплоподвода и теплопереноса в гранулированном слое. Слой адсорбента рассматривается как многокомпонентная капиллярно-пористая система, включающая в себя скелет адсорбента, жидкий адсорбат и парогазовую смесь. В соответствии с условиями симметрии рассматривается область, верхней и нижней границами которой являются поверхности контакта с внешней средой, а боковыми границами – плоскости симметрии ребра и пористого слоя в межреберном пространстве. Уравнение переноса энергии и уравнения массопереноса

жидкой, паровой и газовой фаз в слое сорбента записываются с учетом пористости гранул и порозности слоя. Вследствие интенсивного подвода энергии, во влажном слое возникают достаточно существенные градиенты давления и температуры, порождающие фильтрационный теплоперенос. Скорости фильтрации жидкости и газа определяются по формуле Дарси. Представлены выражения для давления жидкой и газообразной фаз, а также для капиллярного давления жидкости. Получены формулы для нахождения интенсивности испарения в порах гранул и в транспортных порах слоя в зависимости от температуры и площади контакта жидкой и паровой фаз.

Решение уравнения теплопроводности для оребренной поверхности теплоподвода проводится численным методом, базирующимся на трехслойной явной разностной схеме [1], а реализация системы уравнений диффузионно-фильтрационного теплопереноса в сорбенте основывается на трехслойной пересчетной явной разностной схеме и процедуре расщепления алгоритма по физическим факторам [1]. В результате решения определяются распределение температуры в теплоподводящей поверхности адсорбера, а также нестационарные поля температуры, объемных концентраций и давлений жидкости, пара и газа в слое адсорбента.

Выводы

Представленная двухмерная математическая модель и метод расчета могут быть использованы для определения оптимальной температуры десорбции, продолжительности процесса с учетом свойств адсорбата и сорбента, а также выбора оптимальных параметров конструкции адсорберов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никитенко Н.И. Теория теплопереноса. – Киев: Наук. думка. –1983. –352 с.