

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТОГО МАТЕРИАЛА КАК ОБЪЕКТА СУШКИ

Новикова Т.А.

Научный руководитель канд.техн.наук Кошелева М.К.

Московский государственный университет дизайна и технологии

Проведено исследование свойств типичного капиллярно-пористого материала (промежуточного продукта получения катализатора ГИАП, в исходную смесь для получения которого входят такие вещества как каолин, окись магния, нитрат и карбонат никеля) как объекта сушки, включающее исследование сорбционно-структурных характеристик.

В качестве объекта исследования выбран материал, имеющий практическое значение, являющийся типичным капиллярно-пористым материал (в дальнейшем ПППК ГИАП). Сушка ПППК ГИАП имеет важное значение для обеспечения качественных показателей целевого продукта.

В процессе сушки выбранного объекта для достижения требуемой по технологии остаточной влажности должна удаляться свободная влага, влага макро- и микрокапилляров из переходных пор. Этот материал позволяет, благодаря лёгкости и удобству формирования модельных образцов, проводить опытные исследования локальных влагосодержаний.

Экспериментально получены изотермы сорбции паров воды образцами выбранного объекта на вакуумной сорбционной установке с весами Мак-Бена-Бакра при температуре 20 °С.

Изотерма сорбции водяного пара ПППК ГИАП имеет вид типичный для капиллярно-пористых материалов с петлей гистерезиса в области относительных давлений от 0,45 до 1,10. По десорбционной ветви изотермы по уравнению Томсона- Кельвина рассчитано распределение объемов пор по радиусам. Установлено, что максимум кривой распределения приходится на поры с радиусом $R = 50 \div 60 \text{ \AA}$.

При расчете радиусы пор исправляли на приблизительную толщину пленки влаги $t_{пл.} = 5,4 \text{ \AA}$, образованной к началу капиллярной конденсации: $t_{пл.} = V_{ад} / S_{пл.}$, где $V_{ад}$ – объем адсорбированной фазы к началу капиллярной конденсации, $S_{пл.} = 60 \text{ м}^2/\text{г}$ - поверхность пленки, определенная по уравнению А.В.Киселева:

$$S = \frac{1}{\sigma} \int_{a_0}^{a_\infty} A da, \quad (1)$$

где σ - поверхностное натяжение сорбата в жидком состоянии;

a_0 и a_∞ - величины сорбции к началу капиллярной конденсации и при $P/P_s = 1$;

$A = R \cdot T \cdot \ln P / P_s$ - дифференциальная работа сорбции.

Анализ сорбционно-структурных характеристик и экспериментальных данных, полученных ртутной порометрией показал, что основная часть объёма пор катализатора приходится на поры с радиусом менее 100 Å.

Критический диаметр пор, удаление влаги из которых обуславливает достижение требуемой по технологии остаточной влажности, равен 40 Å.

Предельная величина сорбции водяного пара катализатором достаточно высокая и составляет 30%.

При высушивании катализатора в последнюю очередь будет удаляться влага монослоя. Примерная величина теплоты его десорбции может быть определена из константы "с" известного уравнения БЭТ:

$$\frac{P/P_s}{a \cdot (1 - P/P_s)} = \frac{1}{a_m \cdot c} - \frac{c-1}{a_m \cdot c} \cdot P/P_s, \quad (2)$$

где P - давление пара адсорбата, P_s - давление насыщенного пара адсорбата, a - количество адсорбированного пара, a_m - емкость мономолекулярного слоя, c - константа:

$$c = e^{\frac{E-L}{RT}} \quad (3)$$

$E-L$ - чистая теплота адсорбции, R - газовая постоянная, T - температура адсорбции.

Показано, что чистая теплота десорбции монослоя для катализатора равна 8,55 кДж/моль, что характеризует сравнительно слабую связь влаги с его поверхностью.

Удельная поверхность по БЭТ равна 52 м²/г при площади молекулы воды 12,5 Å². Это значение удовлетворительно совпадает с вычисленным по уравнению (1).

На рис.1 представлена изотерма сорбции водяного пара ПППК ГИАП в координатах уравнения БЭТ.

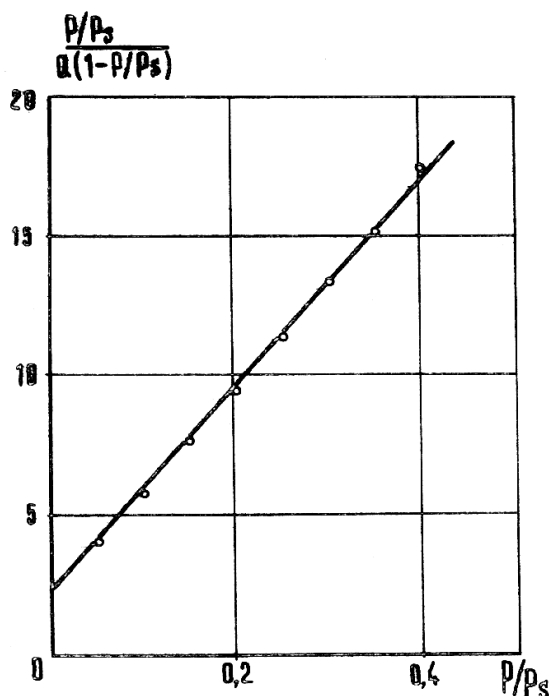


Рис.1. Изотерма сорбции водяного пара ПППК ГИАП в координатах БЭТ.

На основании проведенных в работе структурных и сорбционных исследований установлено, что перенос влаги в исследуемом материале осуществляется за счет совокупности механизмов массопереноса, характерных для капиллярно-пористых материалов (капиллярный перенос, пленочное течение, стесненная диффузия пара и др.).