

Химия. 10-11 классы

Задача 5. Фильтр Васи́ка

Автор – А.Р.Набиуллин

1) На первой стадии протекает кислотный гидролиз связей Si-O-Me, с выделением метанола и образованием сшитой сетки полимера. Кислота необходима для ускорения гидролиза и предотвращения оплывания структуры шланга при нагревании.

На второй стадии идёт полное выгорание органической составляющей силиконового полимера и образование структуры из кремнезёма. Попутно испаряется и полностью удаляется кислота. Возможно её восстановление до оксида серы.

Полученные керамические трубки фиксируются в патроне эпоксидной смолой.

2) Кислота необходима для ускорения гидролиза и предотвращения оплывания структуры шланга при нагревании, так как её присутствие заметно снижает температуру гидролиза. При её отсутствии шланг может размякнуть и просесть под собственным весом раньше, чем приобретёт достаточную прочность.

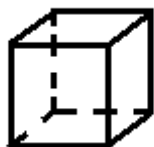
3) Пусть у нас 1 см^3 шланга. Тогда его масса равна 1 г. Молярная масса звена $(-\text{O}-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-$) = 74 (г/моль). Молярная масса кремнезёма = 60 (г/моль). Значит, при выгорании 1 г шланга образуется 0,81 г кремнезёма. Плотность α -кварца равна $2,655 \text{ г/см}^3$. Объём, занимаемый кварцем – $0,3054 \text{ см}^3$.

Пористость, таким образом, составляет $1 - 0,3054 = 0,6946$ или 69,46%

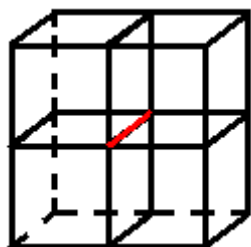
4) Так как расположение волокон равномерное, то мы можем представить фильтр как систему кубиков, рёбра которых сложены волокнами диаметром 200 нм. Размер частицы, таким образом, равен размеру внутренней полости куба. Рассчитаем параметры куба. Площадь сечения волокна равна $S = \pi r^2 = 31416 \text{ нм}^2$.

Объём кварца = $0,3053 \cdot 10^{21} \text{ нм}^3$. Следовательно, длина волокна равна $9,72 \cdot 10^{15} \text{ нм}$.

Каждый кубик состоит из 12 рёбер



Причём каждое ребро принадлежит 4 кубикам (ячейкам)

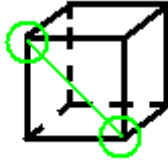


Одному кубу, таким образом, принадлежит $12/4 = 3$ ребра

Суммарная длина рёбер в кубе равна $3 \cdot a \cdot x$, где x – число кубиков, а a – длина ребра куба.

Общий объём равен $x \cdot a^3$ (10^{21} нм^3). Решая эту систему, получаем $a = 555,5 \text{ нм}$.

Диагональ грани куба равна 785,67 нм. (наибольший размер поры)



Из этой величины надо отнять 200 нм (два радиуса волокна), Следовательно, размер поры 585,6 нм. Частицы размерами менее 585 нм проходят, более 585 нм – задерживаются. На самом деле, распределение пор более хаотично и они значительно плотнее. Кроме того, необходимо учитывать возможность модификации поверхности и её забивания фильтруемым материалом.