

пример, нержавеющей стали). На такие пористые подложки часто производят напыления Ni, Zn, Cu, Co и других металлов для формирования селективных слоев.

УДК 621.793

### Методы определения характеристик мембран

Студенты гр. 10406112 Жук В.А., Мухля А.Д.  
Научный руководитель – Григорьев С.В.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Для определения характеристик микрофильтрационных мембран используются следующие методы: сканирующая электронная микроскопия; метод точки пузырька; ртутная (интрузионная) порометрия; измерения проницаемости. Три первых метода состоят в определении морфологических или структурных параметров, последний является способом определения характеристик массопереноса.

В методе пузырька измеряется давление, необходимое для проскока воздуха через мембрану, заполненную водой. Верхняя часть фильтра находится в контакте с водой, нижняя часть контактирует с воздухом и при постепенном увеличении давления воздух проскакивает через мембрану. Соотношение между давлением и радиусом пор задается уравнением Лапласа:

$$P_{\text{кап}} = (2 \cdot \sigma \cdot \cos\theta) / r, \quad (1)$$

где  $P_{\text{кап}}$  – капиллярное давление;  
 $r$  – радиус поры, имеющей форму капилляра;  
 $\sigma$  – поверхностное натяжение;  
 $\theta$  – краевой угол смачивания.

Пузырек воздуха будет проникать через пору при выполнении условия равенства радиуса пузырька радиусу поры. Этот метод можно использовать для измерения радиуса самых больших активных пор. Недостатком этого метода является несовпадение результатов измерения при использовании различных жидкостей. Скорость увеличения давления и длина пор также могут влиять на результаты измерения. Метод ртутной порометрии и метод проницаемости являются разновидностями метода пузырька. В первом случае ртуть продавливают в сухую мембрану, причем объем ртути определяется величиной приложенного давления. Здесь связь между давлением и размером поры выражается уравнением Лапласа. Вследствие несмачиваемости мембраны ртутью ( $>90^\circ$  и  $\cos$  принимает отрицательное значение), формула (1) принимает вид:

$$P = - (2 \cdot \sigma \cdot \cos\theta) / r \quad (2)$$

Контактный угол ртути на полимерных материалах обычно равен  $141,3^\circ$ , поверхностное натяжение 480 мН/м и тогда (2) будет:

$$P = 4792 / r, \quad (3)$$

где  $r$  – выражается в нм, а  $P$  – в барах.

С помощью ртутной порометрии можно определить как размер пор, так и распределение пор по размерам. Недостатком метода является высокая стоимость оборудования. Дру-

гой недостаток связан с тем, что поры малых размеров требуют применения высоких давлений, что может приводить к искажению мембранной структуры. Кроме того, в данном методе измеряются все поры, присутствующие в структуре, включая и тупиковые. Но метод РП определяет распределение пор по размерам с высокой точностью, т.к. объем ртути можно определить очень точно.

Метод проницаемости чрезвычайно прост и состоит в измерении потока воды через мембрану в зависимости от приложенного давления. При некотором минимальном давлении самые большие поры становятся проницаемыми, в то время как поры меньшего размера все еще остаются непроницаемыми. Величина минимального давления зависит в основном от типа изучаемого мембранного материала (критерий – контактный угол), природы пенетранта (характеризуемой по поверхностному натяжению) и размера пор. В соответствии с уравнением Хагена-Пуазейля (4), увеличение потока жидкости пропорционально увеличению приложенного давления.

$$J = (\epsilon \cdot r \cdot \Delta P) / 8 \cdot \mu \cdot \tau \cdot \Delta L, \quad (4)$$

где  $J$  – поток через мембрану при движущей силе  $\Delta P / \Delta L$ ,  $\Delta P$  – разность давлений;  
 $\Delta L$  – толщина;  
 $r$  – радиус пор;  
 $\mu$  – вязкость жидкости;  
 $\tau$  – фактор извилистости;  
 $\epsilon$  – пористость мембраны.

Как и для большинства других методов, применяемых для характеристики микрофильтрационных мембран, основная трудность заключается в неопределенности геометрии пор.

УДК 62-752.32

### **Принципы реализации технологии восстановления рычагов подвески автомобилей с использованием аргонно-дуговой наплавки**

Магистрант Бубен Д.В., студенты: гр. 10403113 Грибок Н.В., Киселевич Р.А.  
Научный руководитель – Саранцев В.В.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Основным компонентом подвески автомобиля является рычаг. Рычаг управления автомобильной подвески является сложным в техническом исполнении устройством, состоящим из нескольких элементов, выполняемых, как правило, из прочных алюминиевых сплавов, чугуна, а также стали. В процессе эксплуатации автомобиля рычаги автомобильной подвески работают в достаточно жестких условиях. В результате приходят в негодность такие элементы рычагов, как шаровая опора и сайленблок, как правило, из-за повышенного износа. Остальная часть устройства при этом не изнашивается и не теряет своей эксплуатационной надежности.

Восстановление деталей позволяет продлить им срок службы и убрать дорогостоящие и экологически вредные технологии переплавки.

В работе разработана технология регенерации рычага автомобильной подвески, которая включает:

1. дробеструйная обработка;
2. выпрессовка пальцев и сайленблоков;
3. наплавка алюминиевой кромки аргонно-дуговым способом;