

## Поверхностные свойства силиконовых покрытий

Полисилоксаны широко применяются при изготовлении покрытий для различных поверхностей, в частности, на их основе производятся различные лакокрасочные материалы (краски, пропитки, шпаклевки и т.п.). Молекула полисилоксана состоит из  $-\text{SiO}-$  скелета и различных органических радикалов; некоторые метильные радикалы замещены сложными органическими группами, например эфирами. Такие соединения особо ценны, благодаря высокой термической стабильности.

Силоксаны характеризуются большой сжимаемостью и стойкостью к окислению, выдерживают температуру до  $1900^\circ\text{C}$ , но уже при  $2000^\circ\text{C}$  начинают разлагаться с образованием оксида кремния. Стабильность силиконовых поверхностей при высокой влажности и температуре может быть достигнута метилированием гидроксильных групп в молекуле силоксана.

Силоксаны обладают наименьшим поверхностным натяжением из всех известных рабочих жидкостей. В результате обработки поверхности полисилоксановым раствором улучшается ее термическая стабильность и адгезия, водо- и грязеотталкивающие свойства за счет уменьшения поверхностного натяжения пленок. Увеличение стабильности поверхности может быть оценено с помощью измерения краевого угла смачивания и поверхностного натяжения.

Уменьшение поверхностного натяжения напрямую зависит от содержания диметилоксида кремния: чем больше групп  $-\text{[SiO(CH}_3)_2]-$ , тем меньше поверхностное натяжение силоксана. Эфиры в меньшей степени изменяют поверхностное натяжение, но в свою очередь улучшают показатели скольжения и термостабильности. При необходимости нанести новое покрытие на лаковую поверхность, значение поверхностного натяжения такого покрытия не может быть слишком низким, иначе новое покрытие не приклеится к предыдущему слою. Необходимое значение поверхностного натяжения достигается подбором соотношения полиэфирных групп и диметилоксида кремния.

Для получения термостойкой поверхности с низким поверхностным натяжением нельзя использовать силоксаны с этилен-оксидными группами из-за высокой гидрофильности последних. Наибольшую стабильность проявляют покрытия, в структуре которых содержатся реакционные группы, способствующие образованию связей между соседними молекулами.

Влияние функциональных групп на термическую стойкость было рассмотрено на примере двух силоксанов:

- Силоксан E - без реакционных концевых групп
- Силоксан G - с функциональными OH-группами

Свободная энергия поверхности (СЭП) образцов, обработанных силоксанами E и G, была рассчитана по краевому углу смачивания, измеренному с помощью прибора EasyDrop. Далее эти образцы подвергли стерилизации водяным паром в автоклаве при  $130^\circ\text{C}$  в течение 30 минут, после чего снова была измерена поверхностная энергия.

Силоксан	СЭП, мН/м	Полярная часть СЭП, мН/м	Дисперсная часть СЭП, мН/м
Силоксан E	24,3	1,0	23,3
Силоксан G	21,4	0,8	20,6
Силоксан E (после обработки)	34,7	0,9	33,8
Силоксан G (после обработки)	21,9	0,7	21,2

Как показывает приведённый пример, силоксан с функциональными группами (Силоксан G), способствующими образованию дополнительных (водородных) связей в молекуле, фактически не изменяется в ходе термической обработки. В то же время, поверхностное натяжение силоксана без функциональных групп (Силоксан E) значительно увеличилось после термообработки, в частности, увеличилась дисперсная составляющая свободной энергии.

Приведенный пример показал, насколько важно знать поверхностные свойства покрытий, которые используются для защиты материалов в различных условиях (при высокой влажности, температуре, загазованности и т.п.). Пропитывающие и покровные материалы подбираются в зависимости от того эффекта, который необходимо достичь. Близкие по свойствам материалы дают различный результат, и для того, чтобы разобраться в истинной природе такого поведения, необходим правильный подход к исследованию и подбору подходящего покрытия.

