

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Роль поверхности в различных физико-химических процессах

Наука о явлениях на поверхности охватывает чрезвычайно широкий круг вопросов. Каждое вещество имеет границы, которые являются поверхностью раздела двух сред. Изучение физических и химических свойств этих границ создает достаточно широкое поле деятельности, поэтому круг вопросов, которые мы хотим рассмотреть в рамках небольшого курса, требует уточнения. В настоящем пособии круг вопросов определен исходя, прежде всего, из задач подготовки специалистов в области молекулярной физики, и затрагивает вполне конкретные вопросы, связанные с физикой процессов на границе газ – твердое тело.

Понятие идеальной поверхности имеет смысл лишь при рассмотрении внутренних свойств твердых тел и жидких веществ. Реально в таком идеализированном виде она в природе не существует. Если рассмотреть поверхность в контакте со средой, то мы столкнемся с множеством явлений и процессов. Это адсорбция, катализ, испарение, конденсация, диффузия и другие явления и процессы, происходящие на границах раздела фаз: газ – твердое тело, газ – жидкость, жидкость – жидкость, жидкость – твердое тело, твердое тело – твердое тело. Роль поверхности в этих физико-химических процессах исключительно велика. Поверхность может оказывать значительное воздействие на формирование свойств твердых тел и жидкостей. Так, например, магнитная проницаемость, прочность, пластичность, способность к обработке твердых тел сильно зависят от свойств поверхности. Покрытие заготовки из нержавеющей стали тончайшим слоем меди резко улучшает условия прокатки этого материала. Термическая обработка поверхностей деталей машин, напыление тончайших слоев твердых материалов значительно повышают их износостойчивость.

В науке о явлениях на поверхности к числу наиболее существенных процессов относится адсорбция. Адсорбция наблюдается на границах раздела фаз. Суть этого явления состоит в том, что молекулы или атомы из объема одной фазы взаимодействуют с поверхностью раздела фаз и при этом находятся на ней некоторое время, что приводит к повышению концентрации атомов или молекул на поверхности по сравнению с концентрацией в объеме.

Если одна фаза – газ, то возможно два случая взаимодействия молекул газа с поверхностью: первый – упругое отражение, второй – захват и пребывание на поверхности некоторое время τ . Это время принято называть средним временем жизни молекул в адсорбированном состоянии. Если τ мало, то обнаружить адсорбированные молекулы трудно. Однако доказательством того, что это время конечно, является происходящий при этом энергообмен. Наличие такого энергообмена существенно в обеспечении жизнедеятельности человека.

Если τ больше, то его не только можно обнаружить, но и использовать адсорбцию на практике. Хорошо известны такие технологические приемы, как удаление нежелательных примесей из газов и растворов, осветление масла древесным углем или отбеливающей глиной, осушка и очистка воздуха и масел, регенерация органических растворителей, разделение газовых смесей путем фракционной перегонки при низких температурах и т.д.

Известны и другие случаи использования адсорбции, когда требуется, чтобы адсорбированные молекулы проявляли особые свойства. Так, например, при изготовлении фотокатодов и термоионных катодов на поверхности щелочных и щелочно-земельных металлов путем адсорбции осаждают атомы этих металлов. Цель этой технологии – получение катодов с заданными свойствами к поглощению и испусканию электронов.

В ряде случаев используются особые поверхности, которые адсорбируют определенные виды молекул и ускоряют их реакции с другими видами молекул. Такой процесс носит название катализа. Явления подобного рода играют большую роль не только в химической технологии, но и в живой природе. Действие ферментов, процессы химии белка, ассимиляция в зеленом растении – все эти процессы носят характер каталитических реакций на поверхности.

Современная технология производства элементов радиоэлектронной аппаратуры требует знания явлений и процессов, происходящих в тончайших поверхностных слоях материалов. Эта технология включает очистку поверхностей, процесса конденсации, испарения, адсорбции, которые приводят к формированию на поверхности электрических элементов с соответствующими значениями параметров. Последующий период эксплуатации электронных схем приводит к изменению этих параметров за счет различных физико-химических процессов, происходящих на поверхности. Следствием таких процессов может быть существенное изменение работы выхода электрона из металла, что является принципиально важным в работе всякой электронной схемы. Учет поверхностных явлений играет большую роль в обеспечении надежности элементной базы современной электронной техники.

Поверхностные явления могут приводить к существенным изменениям оптических свойств твердых тел. Такие оптические характеристики, как коэффициент отражения, коэффициент светопропускания и другие, в значительной степени определяются состоянием адсорбированных или конденсационных покрытий поверхностей твердых тел.

Проблема трения в технике, проблемы теплообмена и торможения тел при движении их в потоках жидкости и газа в конечном счете сводятся к решению задач межфазных взаимодействий на атомном и молекулярном уровне и могут быть отнесены к области физики поверхности.

Из краткого обзора некоторых научных и технологических аспектов науки о поверхностных явлениях видно, что круг вопросов, которые она охватывает, действительно широк. Ограничение объекта исследования системой газ – твердое тело оказывается недостаточным, поскольку проблема межфазного взаимодействия в системе газ – твердое тело многогранна и сложна. Начальным этапом исследований в физике поверхности считается «идеальная поверхность». Такая поверхность, как отмечалось выше, в природе не встречается, однако возможны различные приближения, экспериментально реализуемые в некоторых экстремальных условиях. Стремление изучать объект в особых, экстремальных условиях присуще почти всем дисциплинам современного естествознания. Дело в том, что для понимания причин происходящего зачастую приходится искать и выделять наименьшее число наиболее важных факторов, т.е. факторов, которые наиболее сильно влияют на изучаемое явление. Примером создания экстремальных условий в физике поверхности является создание сверхвысокого вакуума, сверхвысоких и сверхнизких температур и использование в качестве объекта исследования

кристаллов с совершенными гранями. Понять динамику процессов, происходящих на поверхности, при наименьшем числе важнейших факторов и научиться ими управлять – такова одна из основных задач современной физики поверхности.