УСТОЙЧИВОСТЬ ТОНКИХ ЖИДКОСТНЫХ ПЛЕНОК НА ТВЕРДОЙ ПОДЛОЖКЕ

Придатко Ю.М., Пуговишников П.С., Готовцев В.М.
Ярославский государственный технический университет

Проблема устойчивости тонких жидкостных пленок на твердой поверхности имеет определяющее значение в технологических процессах, связанных с получением композиционных материалов, состоящих из твердой и жидкой фаз. Диапазон применения таких материалов чрезвычайно широк. Достаточно сказать, что большинство строительных материалов представляют собой композиты такого класса.

Экспериментальные исследования показывают, что уменьшение содержания связующего (жидкой фазы) в дисперсной системе приводит к резкому увеличению прочностных показателей композита. С другой стороны, уменьшение содержания жидкости в системе чревато возникновением неоднородностей в виде воздушных полостей, что снижает прочностные характеристики материала. Такая ситуация характерна для постановки оптимальной задачи. В связи с этим возникает проблема определения минимального количества жидкости в дисперсной системе, обеспечивающего полное смачивание твердой фазы смеси. Задача подобного плана связана с изучением устойчивости пленки на твердой поверхности.

Поведение жидкостной пленки на твердой поверхности связано, прежде всего, с физико-химическими свойствами самой жидкости и окружающих ее твердой и газовой фаз. В рамках рассматриваемого подхода жидкостная пленка рассматривается система, состоящая из трех слоев. Средний слой такой структуры (при достаточной толщине пленки) включает так называемую объемную фазу жидкости. В этом слое не проявляется влияние поверхностных эффектов. Средний слой находится в контакте с двумя поверхностными слоями жидкость-газ (lg) и жидкость-твердое (ls). Свойства жидкости в этих слоях в значительной мере обусловлены поверхностными эффектами и могут существенно отличаться от свойств объемной фазы, т.е. обычных свойств. В достаточно толстой смачивающей пленке присутствуют все три описанные слоя и поверхностные эффекты не оказывают глобального воздействия на поведение пленки.

Совершенно иная ситуация складывается в тонких смачивающих пленках. При определенной толщине пленки поверхностные слои смыкаются, а слой объемной фазы исчезает. Еще большее уменьшение толщины приводит к перекрытию поверхностных слоев и возникновению весьма специфичных эффектов [1-4]. В-частности, установлено, что в тонких пленках возникает разрежение жидкости ΔP, обусловливающее склеивающий эффект жидкой пленки. Такое разрежение получило название расклинивающего давления. Механизм возникновения такого эффекта обусловлен разностью свойств жидкости в контактирующих поверхностных слоях. Существует понятие внутреннего давления среды, обусловленного межмолекулярным взаимодействием (теория Ван-Дер-Ваальса). В объемной фазе это давление определяется взаимодействием только молекул жидкости. В поверхностных слоях на это взаимодействие накладывается воздействие молекул контактирующих с жидкостью фаз, в рассматриваемом случае твердой и газообразной. Это приводит к искажению картины распределения внутреннего давления в поверхностных слоях. В объемной фазе жидкости оно постоянно, а в межфазных слоях изменяется по толщине.

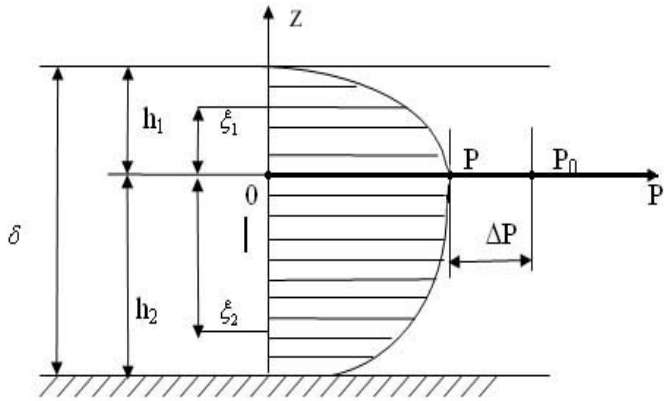

Рисунок 1. Схема распределения внутреннего давления в тонкой жидкостной пленке

На рисунке 1 показано распределение внутреннего давления по толщине смачивающей пленки в случае перекрытия межфазных слоев. Здесь через δ обозначена толщина жидкостной пленки, h_1 - толщина межфазного слоя жидкость-газ, h_2 – жидкость-твердое, ξ_1 и ξ_2 безразмерные координаты по толщинам поверхностных слоев. В достаточно толстой жидкостной пленке существовал бы средний слой (на рисунке не показан), а внутреннее давление в нем было бы равно P_o в каждой точке этого слоя, т.е. как в объемной фазе. Величина этого давления может быть вычислена по уравнению Ван-Дер-Ваальса. Перекрытие межфазных слоев искажает картину распределения внутреннего давления. Так при $\xi_1 = h_1$ оно практически равно нулю, так как определяет воздействие насыщенного пара на жидкость. При $\xi_2 = h_2$ это давление определяется взаимодействием молекул жидко-

сти и твердой фазы. Величина разрежения, т.е. расклинивающее давление равна ΔP.

Вполне очевидно, что толщину жидкостной пленки нельзя уменьшать до нуля. Ограничение снизу на толщину жидкостной пленки определяется условиями ее устойчивости. Это означает, что до определенной толщины слоя жидкость существует в виде непрерывной пленки. Однако при уменьшении толщины жидкостного слоя сверх некоторого критического значения непрерывность пленки может нарушаться с образованием отдельных жидкостных фрагментов. Задача потери устойчивости тонких жидкостных пленок решается в физической химии с использованием термодинамических методов и логических построений и, как правило, не доводится до конца. В предлагаемом подходе проблема потери устойчивости заложена в самой постановке задачи. В том случае, когда давление P будет равно $P = P(\xi_2 = h_2)$ пленка распадется на фрагменты с пленками большей толщины.

Рассмотренная постановка задачи позволяет определить реальные толщины пленок, гарантирующие их сплошность на смачиваемой твердой поверхности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.Ю. Юдин, В.М. Готовцев,В.Д. Сухов. Механика межфазной поверхности жидкость – газ//Изв. ВУЗов. Химия и хим. технология. Иваново, 2002, т. 45, № 7, с. 132.

2. А.Ю. Юдин, В.М. Готовцев, С.А. Петерсон, И.В. Галицкий. Механика межфазной поверхности жидкость – твердое//Изв. ВУЗов. Химия и хим. технология. Иваново, 2002, т. 45, № 7, с. 136

3. А.Ю. Юдин, В.М. Готовцев, П.С. Пуговишников, С.А. Петерсон. Капиллярные эффекты в смачивающих жидкостных пленках. Изв. ВУЗов. Химия и хим. технология. Иваново, 2003, т. 46, №9, с. 119

4. А.Ю. Юдин, А.И. Зайцев, В.М. Готовцев, П.С. Пуговишников. Экспериментальное подтверждение эффекта структурирования дисперсных систем твердое – жидкость. Вестник ЯГТУ, Ярославль, 2004. Вып. 4, с. 121.

Интеграция науки и образования

ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА С ПОЗИЦИЙ НЕКОТОРЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ЭКОЛОГИИ

Дьякова М.Б.
Иркутский государственный педагогический университет, Иркутск

Уже несколько десятилетий в педагогической и методической литературе обсуждается вопрос об экологизации школьного образования как возможности формирования экоцентрического экологического сознания. Экология, первоначально, наука об отношениях, существующих в природе. Отношения эти далеко не однозначны, поэтому рассмотрение их преимущественно как негативных результатов антропогенного воздействия на природу в целях воспитания у населения, в том числе детского, бережного отношения к природе представляются весьма важным, но не всегда корректным.

В связи с этим можно отметить еще один аспект экологизации образования, который не учитывается в школьной практике, но представляется весьма существенным не только с обсуждаемых позиций, но и с позиций здоровьесберегающего образования: организация учебного процесса с позиций некоторых закономерностей экологии.

Прежде всего надо ответить на вопрос, какой должна быть школа. С рассматриваемых позиций наиболее удачным вариантом представляется школа, которую можно назвать "школа - экологический комплекс как школьно-семейный учебно-научно-консультативный центр".

Экологический комплекс по аналогии с представлениями об экологическом комплексе О.Дункана и Л.Шноре [7], которые выделяют в нем четыре компонента. Если экстраполировать их на предлагаемый вариант школы, получим: субъекты учебной деятельности, среда, в которой осуществляется их взаимодействие, педагогические системы, представленные в данной бразовательной среде, образовательные технологии. Объект внимания – адаптационные процессы в педагогической образовательной среде.

Для детализации следующего вопроса, каким должен быть учебный процесс в такой школе, следует обратиться к положениям экологии, как разделу биологического знания, и к экологии человека.

Начать можно с определения понятия "популяция". Учитывая особенности субъектов учебного процесса, остановимся на следующем: популяция - это все население какой-нибудь территории (страны, провинции, любой другой административной единицы и т.д.) [4]. Если распространить это понятие на общность людей (как особей одного вида и как население территории, в рамках которой функционирует педагогическая образовательная среда) – субъектов данной педагогической образовательной среды, то можно сделать предположение, что некоторые особенности и закономерности экологии человека могут быть распространены на функционирование педагогической образовательной среды, управление данным функционированием.

В этом случае необходимо обратить внимание на внутришкольные процессы и их взаимодействие с внешней средой - в школе должны функционировать службы: медицинская, психологическая, педагогическая, каждая их которых имеет свой сектор в службе прогноза. В современных школах каждая их этих служб (особенно три первые) в той или иной степени представлены. Поэтому проблема состоит не столько в их формировании, сколько в их взаимодействии. Этот момент представляется особенно важным, так