

Исследование явлений неустойчивости в работах студентов-биомехаников технического университета

Герцен Т.А., Любимова Н.Ю., Любимова А.А.

Федеральное государственное автономное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

tanger59perm@yandex.ru

Введение

Достижения современной науки и техники осваивать учащимся становится все сложнее; на первом курсе технического вуза и в старших классах средней школы для этого еще недостаточно знаний и умений. Наряду с организацией исследовательских работ учащихся, мы также ведем поиск новых «областей» исследований, особенно считаем важным привлечение внимания к вещам (объектам, явлениям) обыкновённым на первый взгляд, даже может быть ничем не примечательным. При этом мы стремимся подойти к работе, как к проблеме, поставить вопросы: что это? как работает? почему? какие можно высказать гипотезы, предположения; кстати, фантазии учащихся – безграничны и даже, не имея достаточного объема и глубины знаний, они часто высказывают интересные и разумные идеи. Одной из проблем современного естествознания является наблюдение, анализ и понимание процессов неустойчивости и образования при этом упорядоченных структур, то есть процессов самоорганизации. Особенно это становится важным в различных технических, технологических, инженерных приложениях (разработка наноматериалов, композитов, сенсоров, фотоэлектрических, микрофлюидных устройств). В настоящее время большое внимание уделяется процессам, связанным с образованием пленок при растекании и высыхании капель жидкостей (масло, нефтепродукты, краска, смазка, растворы белков) по различным поверхностям. К настоящему моменту не существует полного понимания механизмов периодической деформации сопряженных сред поэтому, исследование эволюции деформационного рельефа тонких пленок является весьма актуальным для развития многих современных направлений, в том числе в биомеханике (искусственная кожа, различные мембраны, перевязочные материалы и т.п.).

Цель

Представить опыт организации и результаты профессионально ориентированных научных исследований студентов, обучающихся по направлению «Прикладная механика» (15.03.03) с учетом интересов учащихся и основными научными направлениями факультета прикладной математики и механики ПНИПУ.

Методология, методы и методики

Проведены экспериментальные исследования деформаций тонкопленочных объектов. В качестве модельных многокомпонентных систем экспериментально исследованы лаки, содержащие искусственные пленкообразователи – эфиры целлюлозы: нитрат, ацетобутират, этилцеллюлозу. Рассмотрено образование упорядоченных структур (складки, морщины), а также деформации тонких слоев при их нагружении.

Результаты

Прежде всего, были собраны и проанализированы различные примеры неустойчивостей, наблюдаемые учащимися в лабораторных и бытовых условиях, в природе (облака, струи, драпировка природных и искусственных материалов).

В ходе эксперимента капля лака, помещенная на жидкую подложку, которую она смачивает, начинает растекаться, полимеризуясь, и образуя пленку. Полимеризация лака – это процесс его затвердевания. Обычные лаки и краски полимеризуются под влиянием атмосферных факторов (определенной температуры и влажности, и т.д.). Наблюдается переход от сравнительно маловязкой жидкости к твердому не текучему материалу. Речь идет об общих закономерностях. Происходят изменения во времени реологических свойств лаков в процессе отверждения, требующие установления соответствия между

макрокинетикой процесса отверждения и изменением реологических свойств как следствия этого процесса

В качестве экспериментальной установки использована чашка Петри с плоским дном, заполненная жидкостью. Каплю лака помещали в центр чашки и следили за ее растеканием. Наблюдается характерное очень резкое, быстрое начало растекания капли, затем в течение 5-10 секунд пленка становится неустойчивой, по ее краю образуется «бахрома», которая не сразу стабилизируется (застывает), а некоторое время колеблется. Проведены измерения времени растекания капли, количества «морщинок», их длины. Исследовано влияние состава подложки, температуры, размера капли. Кроме того, были исследованы деформации пленок при их нагружении.

Заключение

В ходе проведенных исследований было впервые обнаружено образование упорядоченной структуры сборок (гофра) на фронте растекающейся по жидкой подложке капли лака. Измерен шаг этой регулярной структуры («длина волны»), длина морщинок, исследовано влияние различных добавок в жидкую (воду) подложку, температуры при проведении опытов. Сравнение полученных результатов показало роль вида пленкообразователей и пластификаторов в составе лаков. Описана кинетика растекания пленок по жидкой подложке, рассмотрен вопрос о фазовом распаде системы и равновесии образующегося слоя

Герцен Т. А., Любимова Н. Ю. Деформации растекающейся пленки полимера по поверхности жидкости. ПЕРМСКИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ НАУЧНЫЕ ЧТЕНИЯ Сборник материалов VI Всероссийской конференции, посвященной памяти профессоров Г. З. Гершуни, Е. М. Жуховицкого и Д. В. Любимова