

Одиннадцатая научная конференция «Шаг в будущее, Москва»

Кафедра ИУ4 МГТУ им. Н.Э. Баумана «Проектирование и технология производства электронно-вычислительных средств»

Исследование поверхностных структур пленок лакокрасочных веществ и их растворителей

Автор

Волкова Яна Борисовна

Москва, ГОУ СОШ № 364,
ФМШ при МГТУ им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель

Кульгашов Евгений Владимирович

лаборант-исследователь СКБ «Наносистемы»
кафедры ИУ4 МГТУ им. Н.Э. Баумана

Москва, 2008

Цель, объект, решаемые задачи

Цель исследования - получение практических и теоретических сведений о структуре поверхностных образований пленок масляной краски, лака для ногтей, уайт-спирита и ацетона.

Объектом исследования являются пленки, образованные масляной краской, лаком для ногтей, уайт-спиритом и ацетоном после нанесения их на стеклянную подложку и последующего высыхания.

Решаемые задачи:

1. В рамках исследования проверяется предположение о возможности рассмотрения поверхностных структур исследуемых пленок как наноструктурных образований.
2. Проводится анализ и обобщение результатов исследования поверхностных структур исследуемых пленок на наноуровне путем сравнения сканов пленок со сканами подложки, на которой образованы эти пленки.

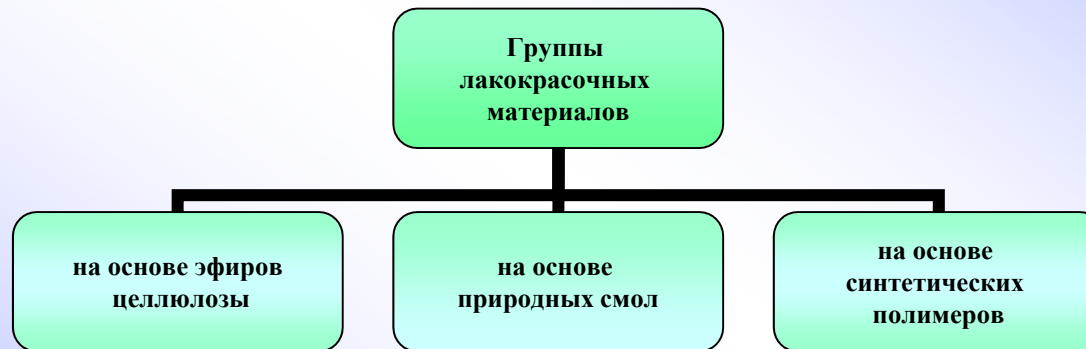
Актуальность

- До сих пор не существует однозначного подхода к созданию структурной модели полимерного покрытия без количественного показателя структуры на разных уровнях, что приводит к невозможности создания модели, пригодной для описания комплекса технических характеристик лакокрасочных материалов и покрытий.
- Лакокрасочные покрытия широко применяются в различных областях жизнедеятельности человека, направлены на улучшение свойств или придание специальных свойств различным поверхностям. Широко используются в электротехнике, например, для защиты от окисления контактных площадок.
- Такие вещества как лак для ногтей и художественная масляная краска являются первоосновой лакокрасочных материалов, но в последние десятилетия подвергались незначительной модификации и исследованиям, хотя потребление этих продуктов имеет колоссальный объем, поэтому возможность проведения нового вида испытаний данных веществ позволит провести глобальную модификацию веществ.
- Улучшение свойств веществ приведет к более широкому распространению, а также к более удобному применению данных материалов.

Сведения о лакокрасочных и растворяющих веществах

Лаки — это растворы пленкообразующих веществ в органических растворителях. В процессе сушки лака из него испаряются растворители, а в лаковой основе происходят физико-химические процессы, приводящие к образованию лаковой пленки.

Важнейшим компонентом лакокрасочной продукции является связующее (пленкообразователь), которое определяет основные свойства лакокрасочного покрытия. Задача связующего - обеспечить присоединение входящих в состав краски пигментов, а также сцепление готового лакокрасочного покрытия с подложкой.



Некоторые химические сведения о веществах, образующих исследуемые пленки:

- **Масляная краска** - суспензии неорганических пигментов и наполнителей в олифах, изготавливаемых из растительных масел с достаточно высокой способностью к высыханию.
- **Уайт-спирит** - бензин-растворитель, смесь жидких углеводородов. Уайт-спирит наиболее широко применяется в лакокрасочной промышленности, используется в качестве растворителя жирных алкидов.
- **Лак для ногтей** - «Звездный дождь» (состав: нитроцеллюлоза, бутилацетат, этилацетат, камфора, стераклонийгекторит, бензофенон-1).
- **Ацетон** (2-пропанон, диметилкетон) CH_3COCH_3 - растворитель органических веществ, в первую очередь нитратов и ацетатов целлюлозы.

Применение лакокрасочных веществ в электротехнике

Лакокрасочные вещества очень широко применяются в электротехнике. Некоторые примеры применения лакокрасочных веществ в электротехнике:

- Предохранение изделия в различных условиях, таких как высокая влажность, соленасыщенные и коррозионные испарения, плесень, а также от температурных и механических воздействий, воздействия кислот, щелочи и растворителей.
- Предотвращение утечки тока, электростатических и электрических разрядов, коротких замыканий .
- Защита от электромагнитных помех, от окисления контактных площадок, устранение повреждений экрана в электронно-лучевых трубках.
- Использование светочувствительных лакокрасочных покрытий для производства печатных плат, позволяющих фотокопировать линии, формы и контуры.

Исследуемые лакокрасочные вещества, исходя из классификации по группам эксплуатации, относятся к группе «лакокрасочные покрытия, применяемые для временной защиты окрашиваемой поверхности в процессе производства, транспортирования и хранения изделий».

Подготовка образцов исследуемых пленок

Объект исследования представлен в виде пленок, образованных на стеклянных подложках, а именно покровных стеклышках, после высыхания лакокрасочных материалов (лака для ногтей, масляной краски) и их растворителей (ацетона, уайт-спирита).

Фотографии образцов



Пленки масляной
краски



Пленка уайт-спирита



Пленки лака для ногтей



Пленка ацетона

Методика получения исследуемых пленок:

1. Очистить подложку от инородных тел, пыли и др.
2. Нанести вещество:
 - 2.1. лак для ногтей: на очищенную подложку маленькой кисточкой нанести лак;
 - 2.2. ацетон: на очищенную подложку капнуть капельку диметилкетона;
 - 2.3. масляную краску: на очищенную подложку щетинной кистью наложить мазок краски;
 - 2.4. уайт-спирит: на очищенную подложку капнуть капельку уайт-спирита.
3. Высушить подложку с веществом при нормальных условиях в течение длительного времени (давление 760 мм рт. ст., температура 20–25 °С, время 120 часов).

Особенности нанесения материалов на подложку

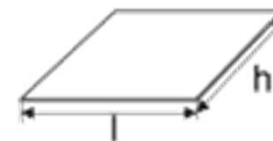
Определение способности лакокрасочных веществ к нанесению

Способность лакокрасочного материала наноситься кистью зависит от вязкости, которую имеет материал в момент нанесения на поверхность изделия. При нанесении кистью лакокрасочный материал должен равномерно растекаться по окрашиваемой поверхности. Способность материала при равномерном растекании уничтожать образующиеся штрихи от кисти служит критерием вязкости материала.

Подготовка подложки

В эксперименте применяется для проведения микроаналитических исследований покровное стекло (7201) в качестве подложки.

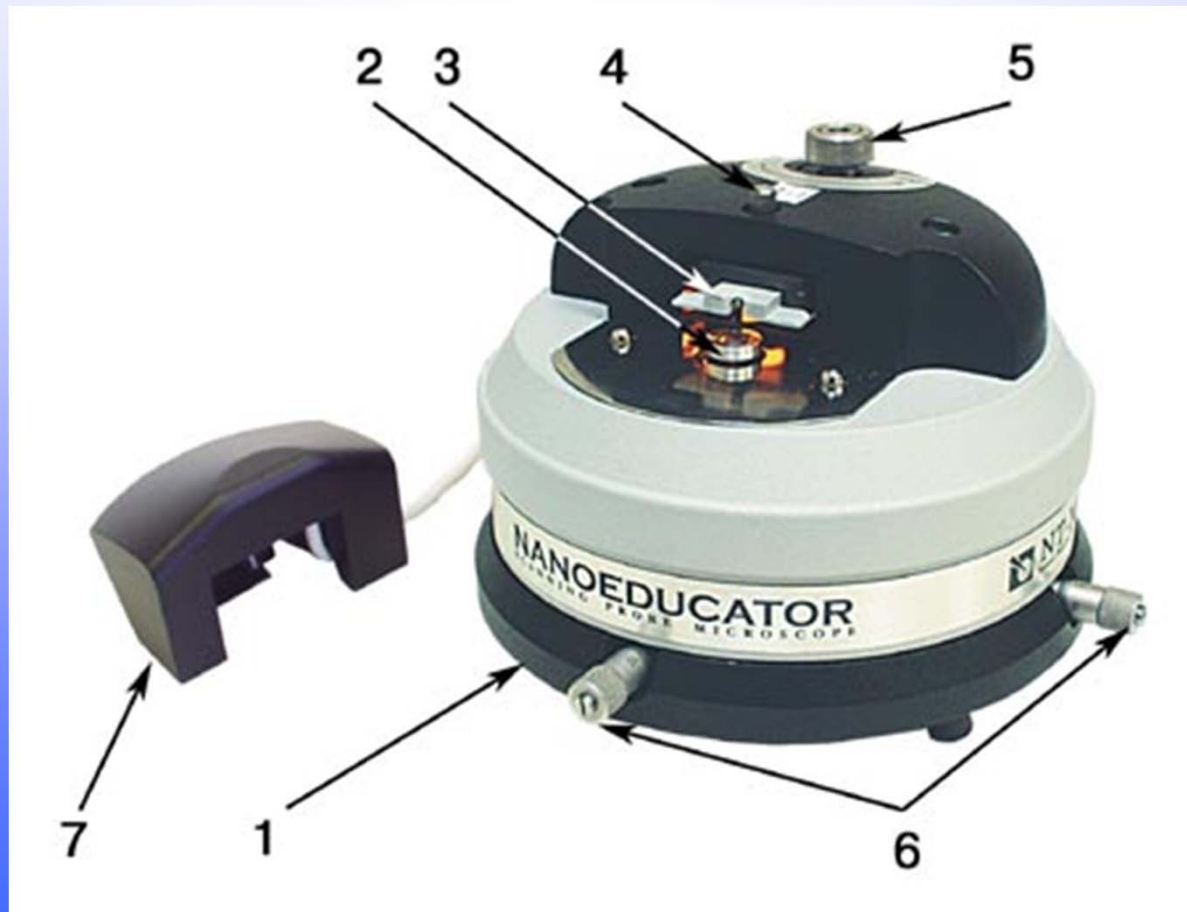
Код	Размер, мм		Толщина, а 0,1 мм
	h 1, мм i 1, мм	h 1, мм i 1, мм	
7201	18	18	0,13-0,17



Для очистки стеклянной подложки перед её применением для исследования лакокрасочных покрытий был применён «дистилляционный» метод очистки. В соответствии с этим методом, подложка закрепляется железным пинцетом и помещается над сосудом с кипящей водой. Выделяющиеся пары воды конденсируются на подложку, когда на поверхности подложки скапливается достаточное количество влаги, с нее естественным путем смываются различные инородные тела. После подложка извлекается из-под влияния паров воды и высушивается.

Проведение исследования с помощью сканирующей зондовой микроскопии

Исследование проводилось с помощью сканирующего зондового микроскопа NanoEducator. Выбран метод полуконтактной атомно – силовой микроскопии. Площадь сканирования всех образцов – 5 5 микрометров. Перед началом исследования производится подготовка прибора к работе, калибровка сканера с помощью специальной калибровочной решетки TGZ3.

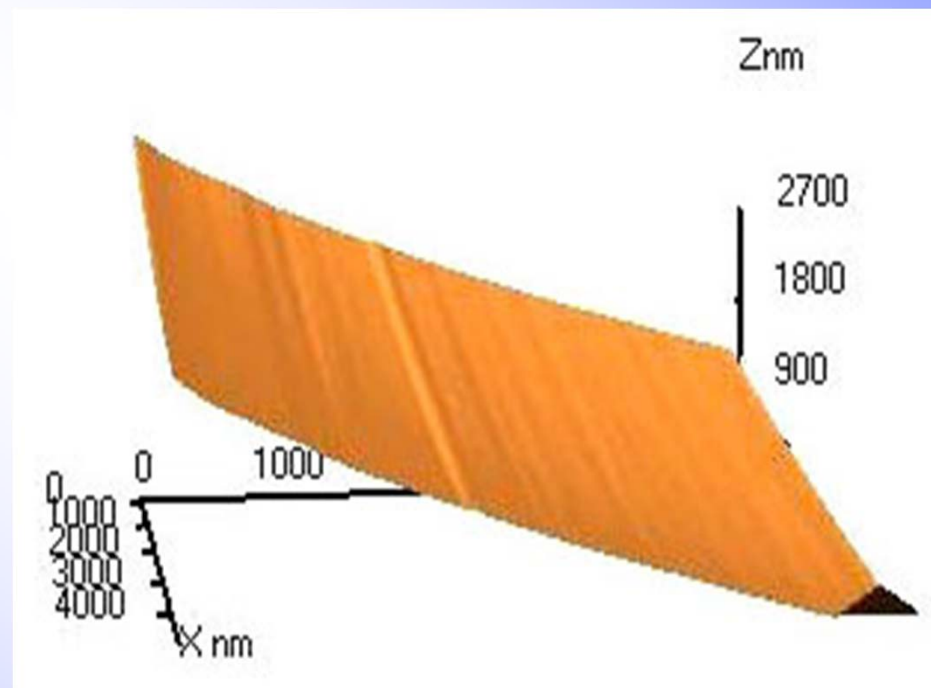
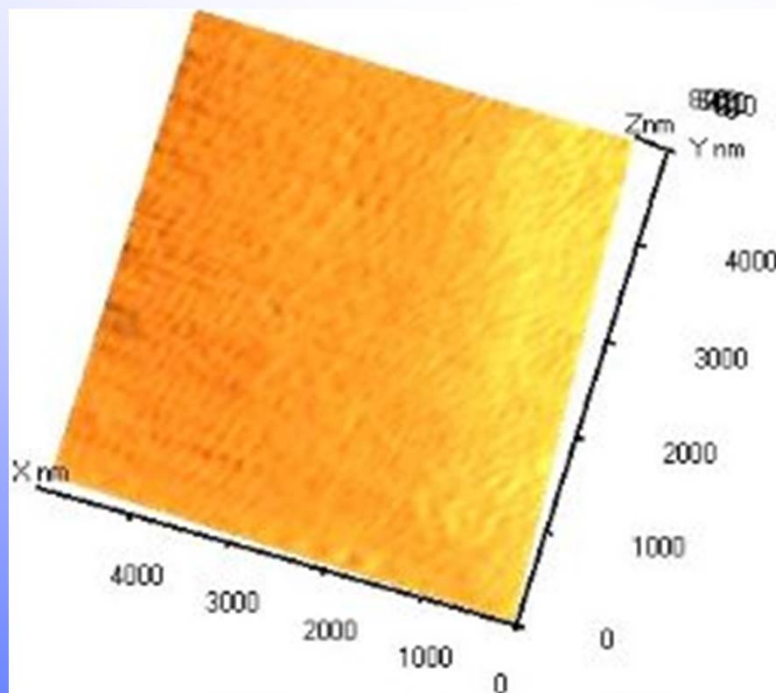


Устройство прибора:

1. основание
2. держатель образца
3. датчик взаимодействия
4. винт фиксации датчика
5. винт ручного подвода
6. винты перемещения сканера с образцом
7. защитная крышка с видеокамерой

Исследование поверхностных структур ПОДЛОЖКИ

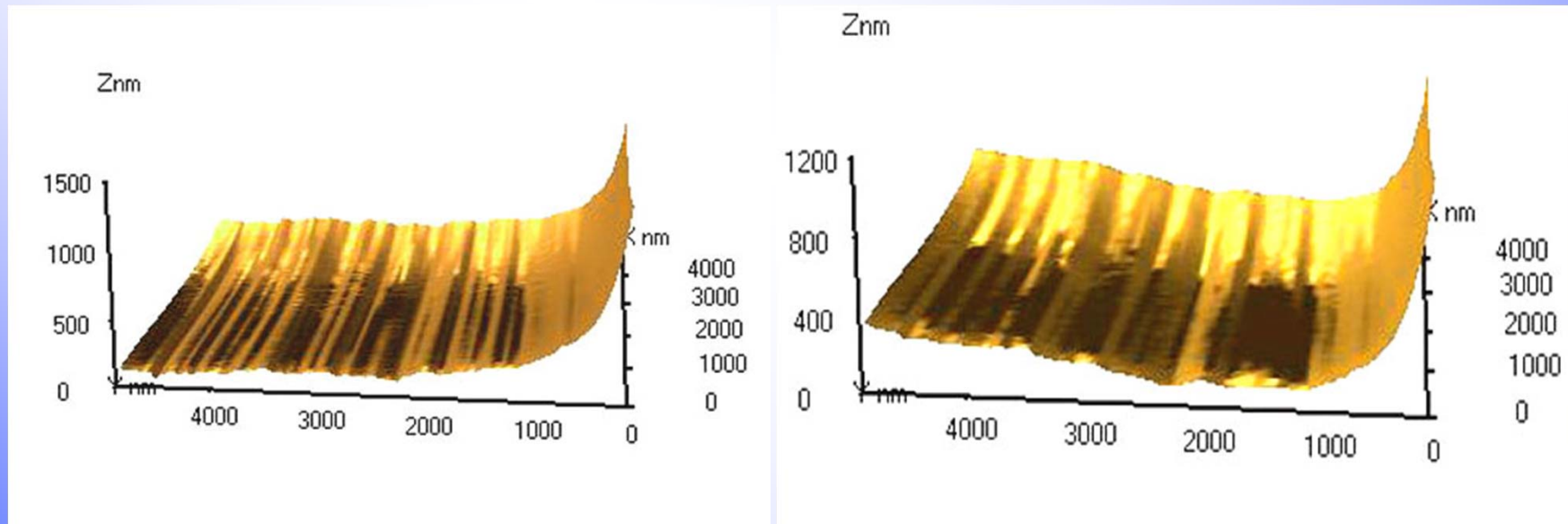
При анализе поверхности подложки на наноуровне установлено, что ее структурные образования расположены равномерно по всей поверхности подложки и имеют значительно меньше нанотехнологической границы 100 нанометров размеры во всех направлениях, т.е. относятся к наноструктурным образованиям.



Было сделано предположение, что эти поверхностные структурные образования вызваны молекулярным строением вещества подложки, структура которого является неоднородной, что доказывает не кристаллическое, а аморфное состояние вещества.

Исследование поверхностных структур пленки масляной краски

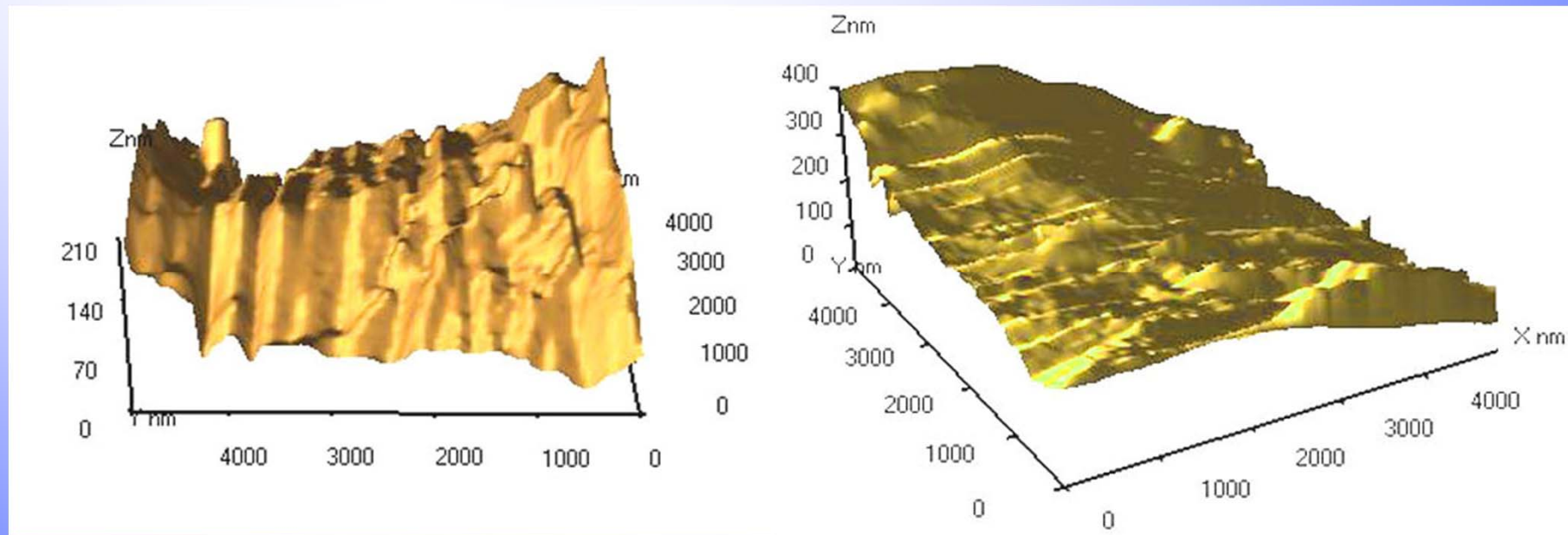
Масляные краски - суспензии неорганических пигментов и наполнителей в олифах, изготавливаемых из растительных масел или маслосодержащих алкидных смол. Пигментами в масляных красках служат двуокись титана, охра, железный сурик, окись хрома, свинцовый крон и др., благодаря тому, что диспергирование (перетир) пигментов и наполнителей в пленкообразователе очень хороший.



По сканам видно, что пленка равномерным слоем распределена по поверхности подложки, какие-либо структурные образования отсутствуют. Было предположено, что это связано с хорошим диспергированием пигментов и наполнителей в связующем. В процессе сканирования зонд оставляет за собой след в виде канавки при проходе по образцу в направлении сканирования, что свидетельствует о не прочности покрытия, образованного пленкой.

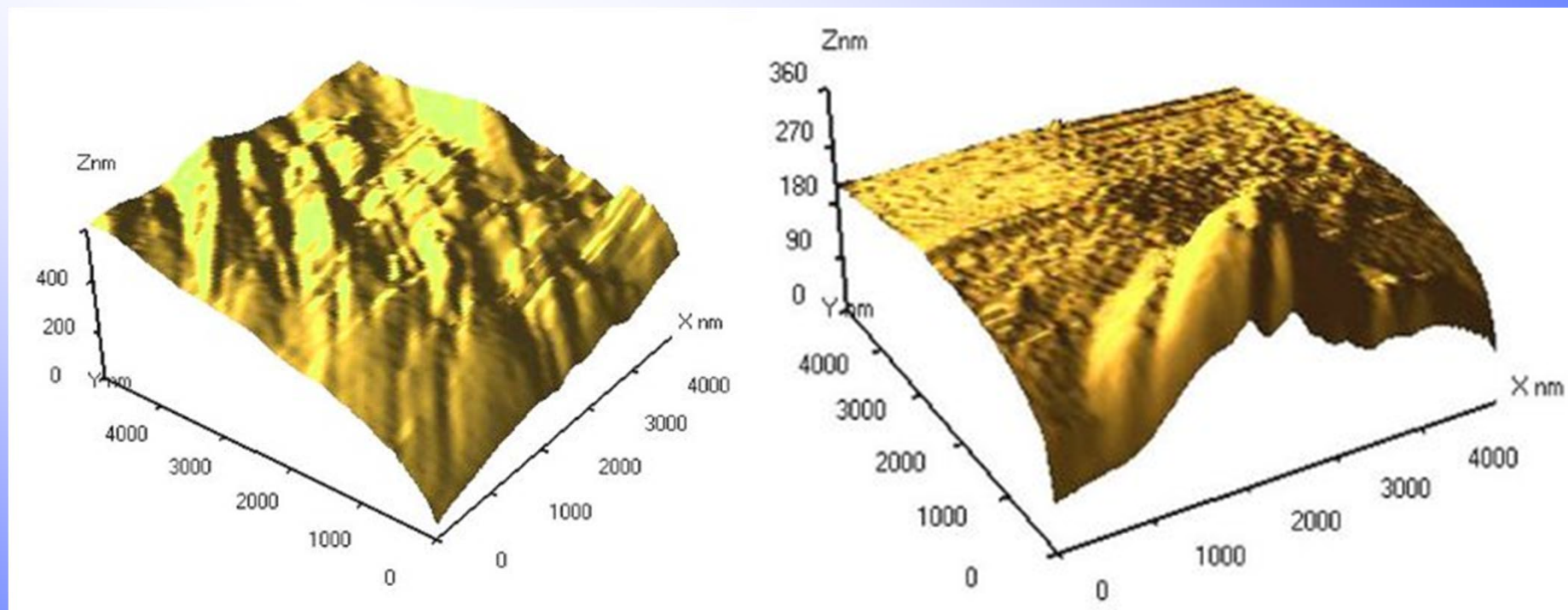
Исследование поверхностных структур пленки уайт-спирита

Уайт-спирит является растворителем МА и, как следствие, лакокрасочных веществ на основе МА. Применяется как разбавитель МА, растворяет жирные алкиды.



Толщина пленки резко различна. На поверхности имеются структуры, различные по размерам. Средний размер определить довольно сложно из-за того, что зонд в процессе сканирования и взаимодействия с образцом изменяет его поверхность, т.е. разрушает поверхность пленки в направлении сканирования. Однако можно точно сказать, что размеры этих структур превышают нанотехнологическую границу. Уайт-спирит не имеет общей химической формулы, молекулы углеводорода различны по длине и строению, поэтому можно предположить, что структура пленки зависит от молекулярной структуры уайт-спирита.

Исследование поверхностных структур пленки лака

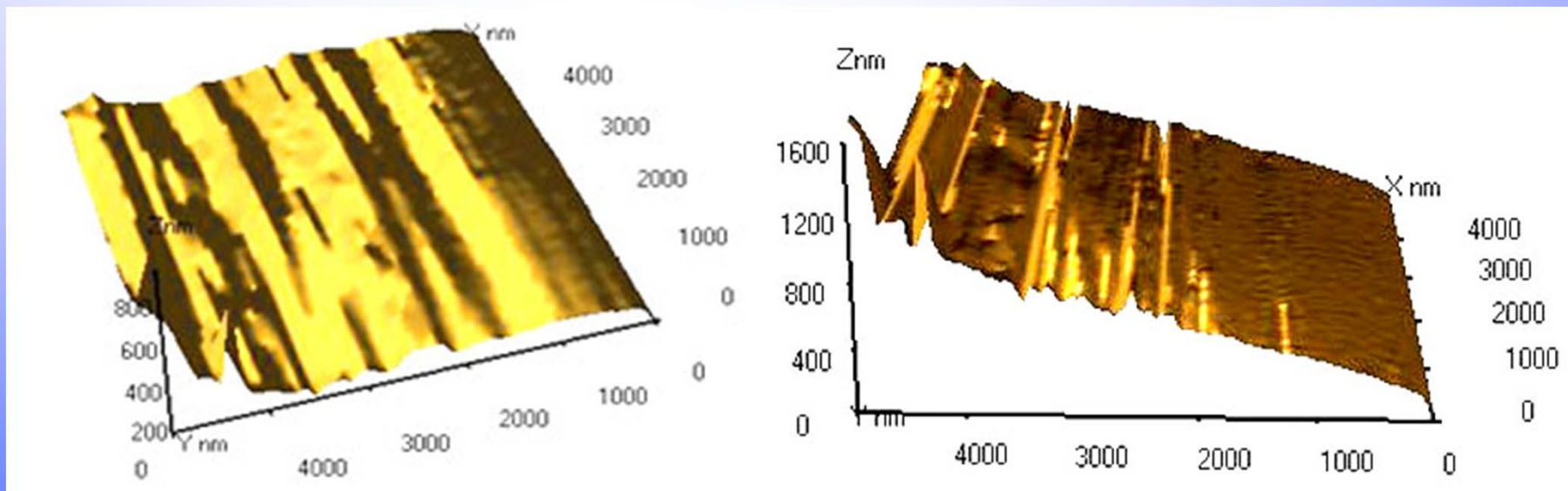


Лак для ногтей до высыхания на подложке представляет собой пастообразную суспензию. Важнейшим компонентом (пленкообразователем) лака для ногтей является нитроцеллюлоза (НЦ). Исходя из свойств НЦ и представлений о современных лакокрасочных покрытиях можно сказать, что обнаруженными на поверхности пленки тесно расположенными друг от друга образованиями размерами от 100 до 800 нм, а также образования около 4-х мкм, удаленные друг от друга на расстояния, превышающие диапазон сканирования, являются глобулы или их агрегаты - основные структурные единицы лакокрасочных покрытий.

Исследование поверхностных структур пленки ацетона

Ацетон является растворителем НЦ и, как следствие, лакокрасочных веществ на основе НЦ. Применяется как «Смывка лака для ногтей» с поверхности ногтя.

Пленка, образованная ацетоном, представляет собой равномерно распределенный по подложке слой, и на поверхности пленки нет каких-либо структур, превышающих по размерам разрешающую способность микроскопа.



Вероятно, это можно объяснить тем, что вещество ацетон является простым, поскольку состоит только из молекул одного типа (CH_3COHC_3). В процессе сканирования зонд повреждает поверхность пленки в направлении сканирования, что дает основание говорить об относительной мягкости пленки в результате того, что она образована из жидкого вещества, а не пастообразного, как лак для ногтей.

Выводы

- Несмотря на многокомпонентность лакокрасочных материалов, представлен прямой количественный метод оценки структурных параметров покрытий на основе аморфных полимеров.
- Этот метод позволит создать общую структурную модель полимерного покрытия, с помощью которой можно будет направленно создавать лакокрасочные материалы и покрытия с заданным комплексом физико-механических, декоративных и защитных свойств, а также новые методы нанесения лакокрасочных веществ на различные поверхности, что сделает удобным их применение.
- Кроме этого возможность анализа данных поверхностей может позволить из-за изменения физико-химических свойств создать вещества, способные проявлять лечебные свойства на организм человека или уменьшить вредное влияние.
- Создание материалов и покрытий с заданным комплексом свойств приведет к более широкому распространению, а также использованию лакокрасочных и растворяющих веществ.

Апробация



Работа была апробирована в рамках курса «Основы нанотехнологий» для учащихся старших классов физико-математических лицеев и школ.

Презентация работы доступна в электронном виде в формате ppt на сайте лаборатории микро- и наноисследований кафедры ИУ4 МГТУ им. Н.Э. Баумана <http://www.nanotech.iu4.bmstu.ru/>.

Презентация была использована как пример курсовой работы, которая является завершающим этапом курса «Основы нанотехнологий» для учащихся старших классов физико-математических лицеев и школ.

Презентация демонстрировалась в нанолаборатории и ГОУ СОШ № 364 как ознакомительный материал в области нанотехнологий для учащихся старших классов физико-математических лицеев и школ.