

# «ЭЛЕКТРОРЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ» «АЭРОГЕЛИ»

Выполнила: Антипина И.И.

Группа: РМС7-91

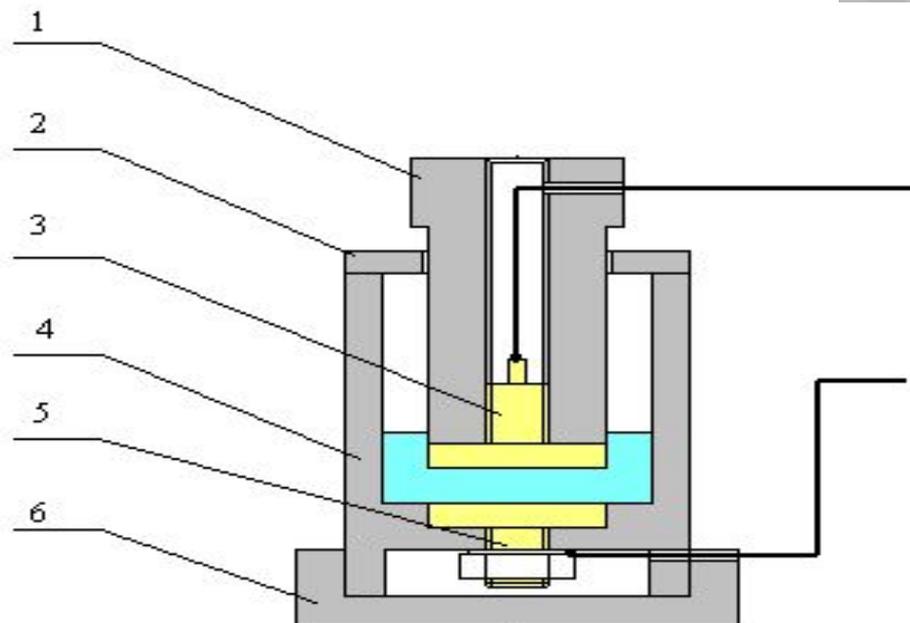
# ЭЛЕКТРОЛОГИЯ

*Электрореологический эффект* представляет собой быстрое обратимое изменение вязкости дисперсий порошков разнообразных материалов в диэлектрических жидкостях при наложении внешних электрических полей.

*Электрореологические жидкости* относятся к перспективным "умным" материалам (Smart Materials), изменяющим свои физико-механические свойства в электрических полях. Они представляют собой суспензии микронных частиц разнообразных материалов в диэлектрических жидкостях. Вязкость электрореологических жидкостей изменяется пропорционально напряженности приложенного к ним электрического поля.

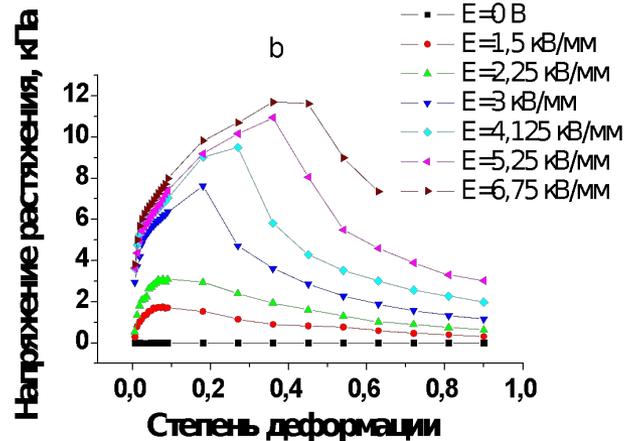
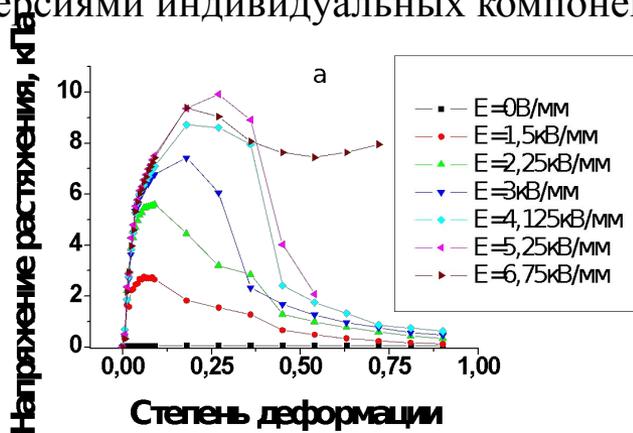
# Установка для тестирования механических свойств электрореологических жидкостей в электрических полях:

1. электрический разъем из полиметилметакрилата
2. предохранительное кольцо
3. верхний подвижный электрод
4. стакан
5. нижний электрод
6. подставка



# СРАВНЕНИЕ ЭЛЕКТРОРЕОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

- Представлялось целесообразным рассмотреть вопрос, является ли электрореологический эффект в дисперсиях нанокомпозитов следствием присущих им новых, необычных свойств, или тот же эффект может быть достигнут применением смеси исходных реагентов? Как следует из результатов термического анализа, в составе нанокомпозита диоксид титана-гидроксипропилцеллюлоза присутствует 5% полимера, а в нанокомпозите диоксид титана-полипропиленгликоль-24% полимера.
- Как следует из полученных данных, ЭРЖ на основе гибридных нанокомпозитов развивают существенно больший электрореологический эффект, чем механические смеси составляющих их компонентов. Интересно отметить, что величина электрореологического отклика механической смеси диоксида титана с гидроксипропилцеллюлозой близка к таковой для дисперсии наноразмерного диоксида титана. Это обусловлено близостью электрореологического эффекта, развиваемого дисперсиями индивидуальных компонентов.



Сравнительная характеристика электрореологического эффекта в дисперсиях нанокомпозитов и механических смесей составляющих их компонентов при скорости сдвига  $7,3 \text{ с}^{-1}$ .

# ИТОГИ РАБОТЫ:

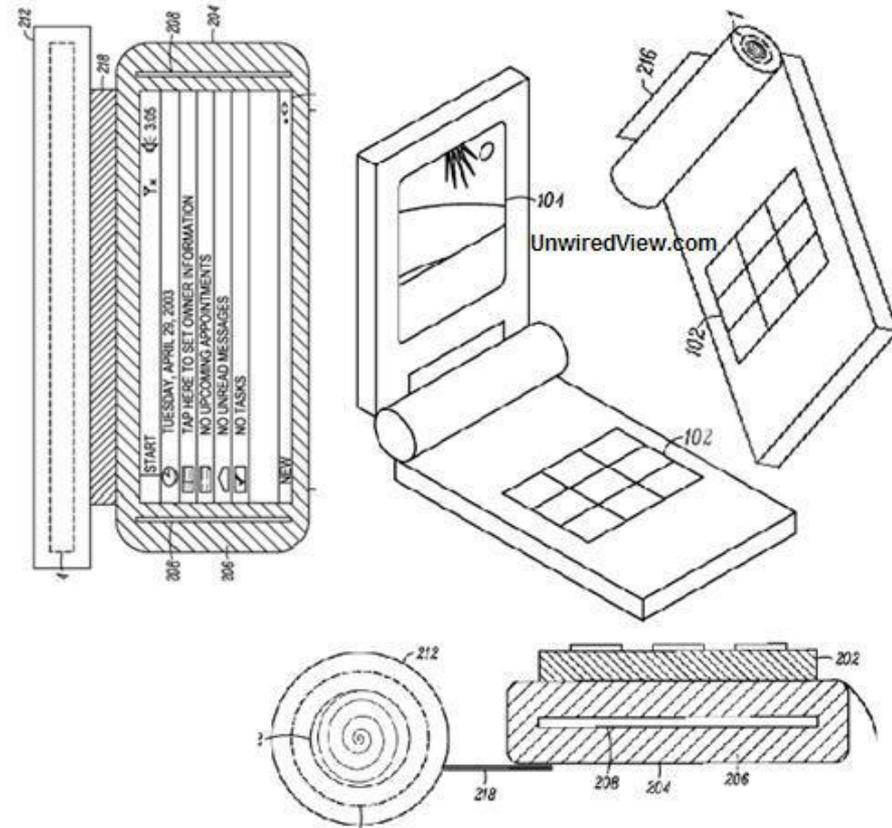
- Проведено экспериментальное исследование зависимости динамической вязкости и напряжения сдвига электрореологических жидкостей от скорости сдвига и напряженности электрического поля. Показано, что исследуемые системы при сдвиговых нагрузках в электрических полях ведут себя как вязкопластичные жидкости, подчиняющиеся закону Бингама-Шведова, совершающие при наложении электрического поля высокой напряженности переход от жидкости к твердому телу.
- Обнаружено, что исследуемые жидкости в исследуемом диапазоне напряженности электрического поля и скорости сдвига относятся к электрореологическим системам с отрицательной бингамовской вязкостью.
- Выявлено, что предел текучести электрореологических жидкостей на основе гибридных материалов и диоксида титана изменяется в зависимости от напряженности электрического поля по разным законам: кубическому и линейному.
- Установлено, что в электрических полях напряженностью выше 2кВ/мм, происходит многократное увеличение предела текучести электрореологических жидкостей, образованных гибридными наноматериалами по сравнению с электрореологической жидкостью на основе наноразмерного диоксида титана. Оценены значения предела текучести ЭРЖ в электрическом поле напряженностью 4кВ/мм, составившие, в случае дисперсных фаз: диоксид титана 0,22кПа, нанокompозитов диоксид титана-гидроксипропилцеллюлоза 1,28кПа, диоксид титана-полипропиленгликоль 3,2кПа.
- Проведено сравнение влияния типа дисперсионной среды на величину электрореологического отклика. Показано, что увеличение вязкости дисперсионной среды при сохранении ее диэлектрических характеристик приводит к росту времени релаксации электрореологического эффекта, повышению абсолютных значений динамической вязкости и напряжения сдвига, но понижению их относительных значений.





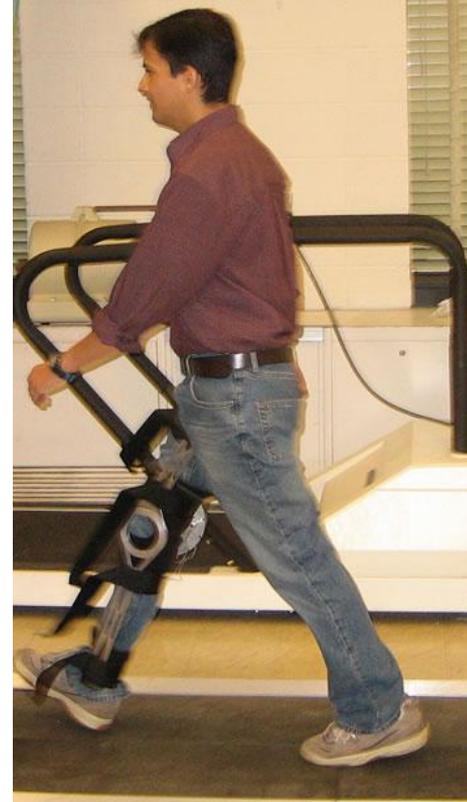
# ПРИМЕНЕНИЕ ЭРЖ:

В качестве гибкого дисплея. Поскольку, говорить по телефону, у которого клавиатура или дисплей развеваются на ветру не очень удобно, то Motorola нашла способ решить эту проблему с помощью резервуара ЭРЖ, который помещается под гибкую клавиатуру или дисплей. ЭРЖ имеет свойство затвердевать при приложении электрического тока, превращая, тем самым, гибкий резервуар в твёрдый объект. Когда воздействие тока прекращается, жидкость мгновенно тает и резервуар вновь становится гибким.



# В МЕДИЦИНЕ

- AKROD v2 - программируемый, портативный автоматизированный наколенник, применяемый в реабилитационном госпитале Бостона Spaulding.
- Контейнер на одной стороне бандажа заполнен "умной жидкостью," (ЭРЖ). Когда управляемое компьютером электрическое напряжение применено к искусственному суставу, жидкость в промежутке становится твердой меньше, чем за миллисекунду, создавая устойчивость на заживающем суставе с поворотом дисков.



- Электрореологические жидкости и электрореологический эффект представляют значительный практический интерес, связанный с разработкой электроуправляемых демпферов, муфт сцепления, захватов, различных систем в робототехнике и медицине. В настоящее время ведущими зарубежными автомобильными корпорациями разработаны электроуправляемые автомобильные амортизаторы, системы сцепления, работающие на принципах электрореологии.

# АЭРОГЕЛЬ

Аэрогель (aer — воздух и gelatus — замороженный). Поэтому аэрогель часто называют «замороженным дымом». Впрочем, по внешнему виду аэрогель действительно напоминает застывший дым. Аэрогель представляет собой необычный гель, в котором отсутствует жидкая фаза, полностью замещенная газообразной, вследствие чего вещество обладает рекордно низкой плотностью, всего в полтора раза превосходящей плотность воздуха, и рядом других уникальных качеств: твердостью, прозрачностью, жаропрочностью и т.д. Аэрогель удивителен еще и тем, что на 99.8% состоит из... воздуха!



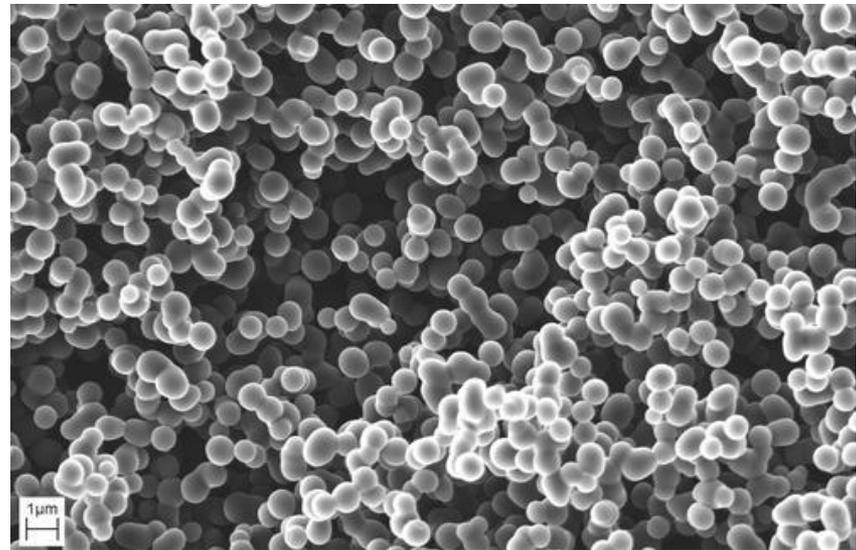
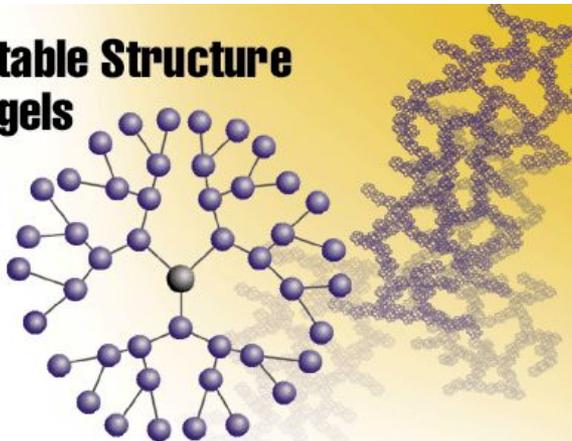
История появления аэрогеля до сих пор выяснена не до конца. Известно лишь, что первым его получил американский учёный Сэмюэль Кистлер в конце двадцатых или в тридцатом году прошлого века в Тихоокеанском колледже в Стоктоне (штат Калифорния). Получил, как это порой бывает, в научных изысканиях, почти случайно, в качестве побочного продукта кристаллизации аминокислот в суперкритических супернасыщенных жидкостях.



Ученый добился получения аэрогеля, заменяя жидкость в обычном геле метанолом. После этого гель нагревался под высоким давлением до 240 градусов (критическая температура для метанола). В этот момент газообразный метанол уходил из геля, но обезвоженная пена не уменьшалась в объеме. В итоге образовывался легкий мелкопористый материал, названный в последствие аэрогелем.

- Структуру аэрогеля образуют сферические кластеры из кварца диаметром примерно 0,004 мкм, формирующие трехмерную сетку, поры которой заполнены воздухом. Размеры пор в десять и более раз превышают размеры кластеров, что и позволяет получать очень легкий материал. По структуре аэрогели представляют собой древовидную сеть из объединенных в кластеры наночастиц размером 2-5 нм и пор размерами до 100 нм.

### A Predictable Structure for Aerogels



# СВОЙСТВА АЭРОГЕЛЕЙ

- На ощупь аэрогели напоминают легкую, но твердую пену;
- При сильной нагрузке аэрогель трескается, но в целом это весьма прочный материал — образец аэрогеля может выдержать нагрузку в 2000 раз больше собственного веса;
- Аэрогели, в особенности кварцевые — хорошие теплоизоляторы;
- Они также очень гигроскопичны;
- По внешнему виду аэрогели полупрозрачны;
- Плотность достигает всего  $0,3 - 0,03 \text{ г/см}^3$  (во много раз легче пуха);
- Эффективные поглотители солнечного света (показатели преломления  $1,006$  до  $1,060$ ; длина поглощения при  $\lambda=400 \text{ нм}$  более  $400 \text{ см}$ );
- Абсорбируют токсичные тяжёлые металлы, например, халькогель сорбирует  $99.9\%$  ртути из раствора и всего лишь  $40\%$  цинка.

## ПРИМЕНЕНИЕ:

- Аэрогель оказался очень эффективным инструментом при исследовании свойств сверхтекучего гелия. Введение в поры аэрогеля сверхтекучего гелия привело к существенному изменению его свойств. Это вызвало большой интерес к аэрогелю и появлению фактически нового направления в исследованиях сверхтекучести. Немаловажным обстоятельством при этом является то, что имеется много общего в характере влияния примесей на свойства текучего гелия-3 и сверхпроводящих материалов.

# ЛАЗЕРНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

- При облучении мишени, состоящей из плотной и легкой среды (аэрогеля), мощным импульсным лазером возникает сильный терморационный удар, который приводит к смешиванию этих сред и другим явлениям в месте их соприкосновения. Изучение такого эффекта важно, в том числе, и для объяснения явлений, возникающих при взрыве сверхновых звезд.

# МИКРОЭЛЕКТРОНИКА

- Аэрогели обладают самыми низкими диэлектрическими константами, и использование их, например, в качестве изоляционных слоев в многослойных печатных платах позволяет значительно повысить быстродействие электроники.

- Ведутся работы (в США) *по обнаружению* с помощью аэрогеля *вредоносных микроорганизмов в воздухе*. Введенные в поры аэрогеля бактерии определенного сорта теряют там свою подвижность. При взаимодействии с ними микроорганизмов, содержащихся в потоке воздуха, образуется сцинтиллирующее вещество, свет из которого регистрируется фотодетектором.
- Благодаря большой суммарной площади пор аэрогеля возможно изготавливать на его основе высокоэффективные *фильтры* различного назначения. (например, для очистки воды)

# ПЕРСПЕКТИВЫ

- ⊙ Применение в различных областях - от очистки воды до удаления остатков тяжелых металлов из продуктов органического синтеза (халькогели);
- ⊙ изготовление стёкол из аэрогеля;
- ⊙ возможность использования в подушках безопасности;

# NASA СОЗДАЛО АЭРОГЕЛЬ, КОТОРЫЙ МОЖЕТ ВЫДЕРЖАТЬ ВЕС АВТОМОБИЛЯ

Ученые NASA усовершенствовали силикагель. Это наиболее распространенный из всех аэрогелей. Силикагель представляет собой высушенный гель, образующийся из перенасыщенных растворов кремниевых кислот ( $n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ ) при  $\text{pH} > 5-6$ . Этот вид аэрогеля является твёрдым гидрофильным сорбентом.

Американцы укрепили структуру силикагеля и одновременно сделали ее более тонкой и гибкой.

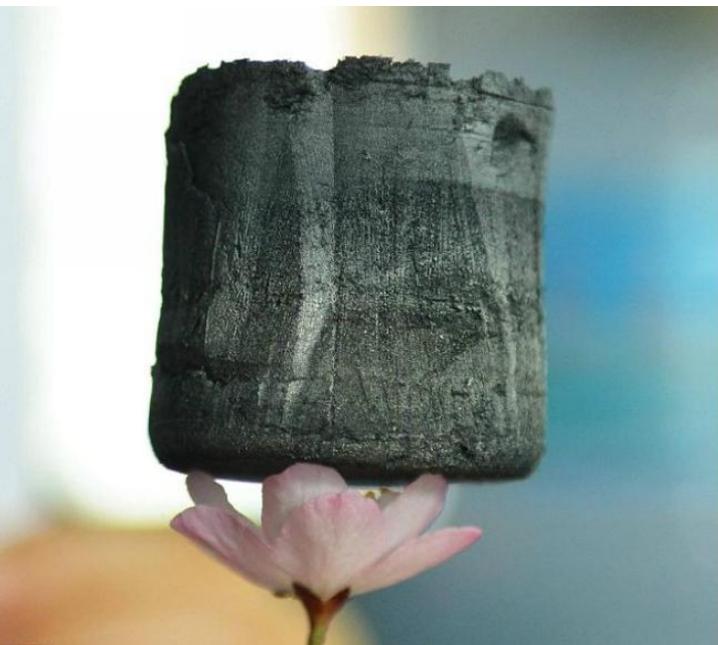


# РАЗРАБОТАН САМЫЙ ЛЕГКИЙ МАТЕРИАЛ В МИРЕ

- ⦿ Недавно был создан графеновый аэрогель.
- ⦿ Он создан группой учёных из университета Чжэцзяна. Его плотность ниже чем плотность газообразного гелия и немного выше плотности газообразного водорода. Для его создания был использован графен. Полученный графеновый аэрогель не только самый лёгкий материал, но и чрезвычайно прочный и упругий. Он способен поглощать органические материалы. Например, за одну секунду он поглощает 68.8 г нефти, что позволит использовать его для очистки океанов от нефтяных пятен.



Для демонстрации того, насколько лёгок материал, учёные поместили его на лепесточки цветка вишни и колоса пшеницы.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!