

**I МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ УЧАЩИХСЯ  
НАУЧНО-ТВОРЧЕСКИЙ ФОРУМ**

**Направление работы: Физика**

**Тема: Гидрофобизация хлопчатобумажной ткани**

**Автор:** Вдовенко Виталий Витальевич  
учащийся 6г класса  
МБОУ «Лицей №9» г. Белгорода

**Научный руководитель:** Поленова Ю.Е.  
учитель физики  
МБОУ «Лицей №9» г. Белгорода

**Место выполнения работы:** МБОУ «Лицей № 9» г. Белгорода

**2019**

## Содержание

Введение .....	3
Глава 1. Поверхностные свойства жидкостей.....	4
Глава 2. Смачиваемость .....	7
Глава 3. Гидрофобизация хлопчатобумажной ткани раствором ацетата кальция в домашних условиях .....	9
Заключение .....	11
Список использованных источников и литературы .....	12
Приложение 1 .....	13
Приложение 2 .....	16

## Введение

В настоящее время очень востребованы материалы с особыми свойствами - «дышащие», «самоочищающиеся», водоотталкивающие. В изготовлении одежды для охотников и рыболовов, спортивной экипировки, повседневной верхней одежды не обойтись без использования непромокаемых материалов.

Каждый из нас мечтает о куртке, которую нельзя намочить, о сапогах, которым не страшны снег и дождь, о спортивной одежде, в которой будет одинаково комфортно в начале и конце тренировки, а ученые трудятся над новейшими технологиями, повышая теплоизоляцию, способность выдерживать низкие температуры, устойчивость к изнашиванию и промоканию одежды.

Поэтому придание ткани водоотталкивающих свойств в домашних условиях, кажется нам актуальной задачей.

**Цель работы** – придать гидрофобные свойства хлопчатобумажной ткани в домашних условиях.

Для достижения поставленной цели, было необходимо изучить физические основы создания непромокаемой ткани, в частности решить следующие задачи:

1. Изучить поверхностные свойства жидкостей
2. Понять природу явлений, возникающих при контакте жидкости с поверхностью твердого тела.
3. Самостоятельно изготовить ткань, обладающую водоотталкивающими свойствами.

В ходе выполнения работы мы использовали следующие методы: анализ литературы; поиск информации в интернете; эксперимент; наблюдение; сравнение.

## Глава 1. Поверхностные свойства жидкостей

Из книги «Познаем наномир: простые эксперименты» мы узнали, что водонепроницаемые и водоотталкивающие ткани востребованы в самых различных областях науки и техники.

Производство непромокаемых, «дышащих», водоотталкивающих тканей возможно благодаря наличию особых поверхностных свойств у тонких слоёв вещества на границе соприкосновения различных тел (сред, фаз).

Изучая особенности поверхностных явлений, мы познакомились с одним из свойств поверхностных слоев: поверхностным натяжением.

Хорошо известно, что бумажный лист к пальцам не прилипает; но стоит смочить пальцы водой, как ситуация меняется (приложение 1, рис. 1). Почему же капелька воды вызывает такое изменение? [4] Попытаемся разобраться.

Все вещества – жидкие, твердые и газообразные состоят из мельчайших частиц – молекул, которые сами состоят из атомов.

Строение молекулы воды достаточно простое, она состоит из одного атома кислорода и двух атомов водорода (рис.1).

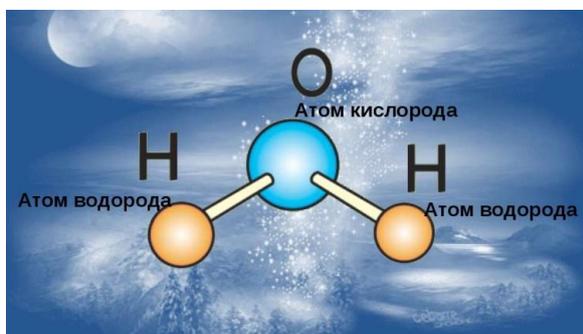


Рис. 1. Молекула воды

В воде отдельные молекулы расположены очень близко друг к другу они притягиваются и образуют сгустки. Сгустки молекул, как бы скользят друг по другу и перемещаются с места на место (рис. 2).

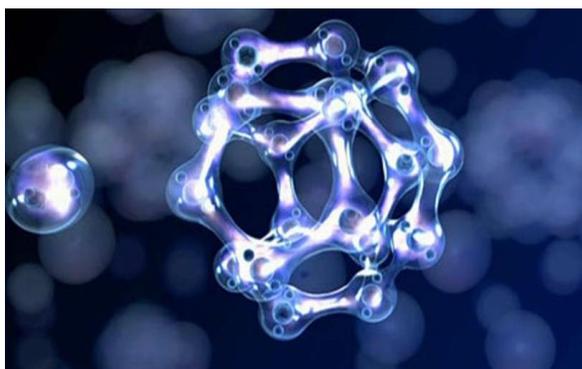


Рис. 2. Структура воды

По образному выражению Я. И. Френкеля, молекулы странствуют по всему объему жидкости, ведя кочевой образ жизни, при котором кратковременные переезды сменяются относительно длинными периодами оседлой жизни.

Благодаря своему строению вода обладает удивительными свойствами, одним из которых и является поверхностное натяжение. Наиболее просто определить поверхностное натяжение можно, как способность жидкости сокращать свою поверхность.

Рассмотрим поведение частиц воды (рис.3).

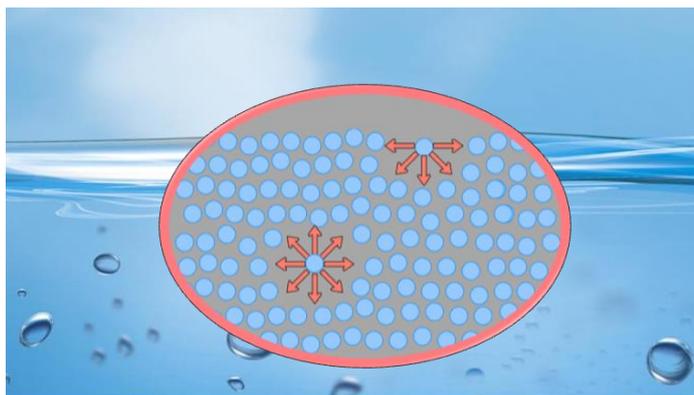


Рис.3. Причины поверхностного натяжения

Молекулы внутри воды испытывают одинаковое воздействие со всех сторон, поэтому находятся в покое. Совсем иное положение с молекулами воды, находящимися на поверхности. Здесь снизу их притягивают такие же молекулы жидкости, а вот сверху над ними находятся молекулы воздуха. Поверхностные частицы, испытывают со стороны нижних силу притяжения, направленную вглубь жидкости за счёт чего ее поверхность, стремится сократиться. В результате возникает сила поверхностного натяжения, которая действует вдоль поверхности жидкости и приводит к образованию на ней подобия невидимой, тонкой пленки (рис.4).



Рис.4. Водомерки на поверхностной пленке

Наличие поверхностной пленки легко заметить и в домашнем эксперименте (приложение 1, рис 2). [5]

Одним из следствий эффекта поверхностного натяжения является тот факт, что жидкость стремится принять форму, при которой площадь ее поверхности окажется минимальной. Такой формой, является сфера — вот почему дождевые капли в полете принимают почти сферическую форму (рис.5).



Рис.5. Собственная форма жидкости шар

Чем меньше капелька, тем бóльшую роль играют поверхностные силы по сравнению с силой тяжести. Поэтому маленькие капельки росы близки по форме к шару. То же можно сказать о маленьких (диаметром до 2 мм) каплях дождя – ведь они находятся в свободном падении, а сопротивлением воздуха можно пренебречь, из-за малости площади сечения.

Разные жидкости: вода, масло, молоко, ртуть – имеют различную способность сокращать свою поверхность. Мы убедились в этом, проведя эксперименты: с водой; спиртом и маслом при комнатной температуре (приложение 1. рис 3-5). Результаты экспериментов отражены в таблице №1.

**Таблица 1**

<b>Жидкость</b>	<b>Результат измерения силы поверхностного натяжения</b>
Вода	13 гирек
Спирт	10 гирек
Масло	12 гирек

Вода имеет довольно большое поверхностное натяжение, которое сильно затрудняет просачивание сквозь ткань капелек воды и поэтому ткань не промокает мгновенно.

Поверхностное натяжение не является постоянной величиной, его можно изменять для придания веществу желаемых свойств. Например, добавление в воду поверхностно активных веществ мыла или стирального порошка, значительно уменьшает поверхностное натяжение, а добавление сахара - увеличивает. [5]

Чтобы проверить это, в тарелку с водой мы опустили плавать несколько спичек. Добавили кусочек мыла и спички разбежались в стороны. Сделали вывод: поверхностное натяжение снизилось. Если же к воде прикоснуться кусочком сахара, спички соберутся возле него – поверхностное натяжение увеличилось (приложение 1, рис. 6).

## Глава 2. Смачиваемость

Результатом действия сил поверхностного натяжения жидкости являются явления смачивания и несмачивания.

Смачивание – это взаимодействие жидкости с поверхностью твердого тела или другой жидкости.

Смачивание бывает двух видов:

1. Иммерсионное (вся поверхность твёрдого тела контактирует с жидкостью)
2. Контактное (состоит из 3х фаз - твердая, жидкая, газообразная)

Смачивание зависит от соотношения между силами сцепления молекул жидкости с молекулами (или атомами) смачиваемого тела и силами взаимного сцепления молекул жидкости. Если силы взаимодействия молекул твердого тела и молекул жидкости больше сил взаимодействия между молекулами жидкости, то жидкость смачивает твердое тело (ртуть-железо). В другом случае жидкость не смачивает твердое тело (ртуть-железо).

Степень смачивания характеризуется углом смачивания. Угол смачивания (или краевой угол смачивания) это угол, образованный касательными плоскостями к межфазным поверхностям, ограничивающим смачивающую жидкость, а вершина угла лежит на линии раздела трёх фаз. Измеряется методом лежащей капли. [1]

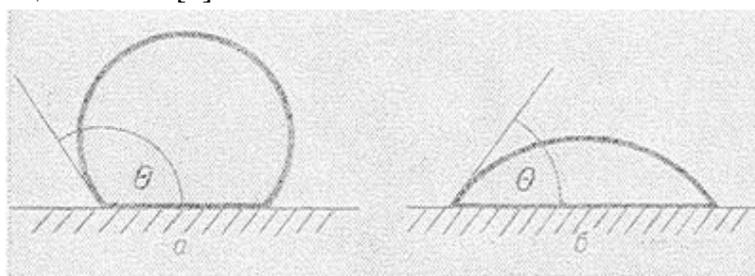


Рис. 6. Схематическое изображение положения на поверхности твердого тела капли несмачивающей (а) и смачивающей (б) жидкости:  $\theta$  — краевой угол.

Измерение степени смачивания весьма важно во многих отраслях промышленности (лакокрасочная, фармацевтическая, косметическая и т.д.). К примеру, на лобовые стёкла автомобилей наносят особые покрытия, которые должны быть устойчивы против разных видов загрязнений. Состав и физические свойства покрытия стёкол и контактных линз можно сделать оптимальным по результатам измерения контактного угла. Популярный метод увеличения добычи нефти при помощи закачки воды в пласт исходит из того, что вода заполняет поры и выдавливает нефть. В случае мелких пор и чистой воды это далеко не так, поэтому приходится добавлять специальные ПАВ (поверхностно активные вещества). [8]

По характеру взаимодействия с жидкостями все поверхности можно разделить на смачиваемые, ограниченно смачиваемые и несмачиваемые. Мы решили на опыте проверить, как ведет себя капля воды на различных поверхностях (приложение 1, рис.7). Результаты наблюдений отражены в таблице №2.

Жидкость, смачивающая поверхность твердого тела более полно в присутствии другой жидкости, обнаруживает так называемое избирательное смачивание. По избирательному смачиванию твердые поверхности можно более точно разделить на гидрофильные и гидрофобные. К гидрофильным относятся поверхности кварца, стекла, сульфатов, карбонатов, оксидов металлов и др. К гидрофобным принадлежат чистые (не покрытые оксидными пленками) поверхности металлов, сульфидов, серы, талька, парафина и др.

Таблица 2

Несмачивание	Ограниченное смачивание	Полное смачивание
Капля воды на парафине и промасленной бумаге (имеет форму шара)	Вода на стекле (капля имеет расплюснутую форму)	Вода на кусковом сахаре и фильтровальной бумаге (капля полностью растекается по поверхности)

Природу твердой поверхности можно изменить обработкой растворами поверхностно-активных веществ — ПАВ. При этом молекулы ПАВ, адсорбируясь на гидрофильных поверхностях, ориентируются своими полярными группами к поверхности, и последняя становится гидрофобной (процесс гидрофобизации). При адсорбции на гидрофобных поверхностях молекулы ПАВ ориентируются к поверхности неполярными участками, и поверхность становится гидрофильной (процесс гидрофилизации). [2]

На смачивание влияют даже ничтожные загрязнения поверхности твердого тела, особенно загрязнения органическими веществами (напр., жировые и масляные пленки), а также геометрические свойства твердой поверхности — шероховатость, форма и размеры частиц тела. Шероховатость уменьшает краевой угол гидрофильных поверхностей, т. е. улучшает их смачиваемость водой и увеличивает краевой угол гидрофобных поверхностей.

### Глава 3. Гидрофобизация хлопчатобумажной ткани раствором ацетата кальция в домашних условиях

Смачиваемость, зависит от микроструктуры поверхности. Следовательно, для создания непромокаемой ткани нам необходимо использовать такую поверхность, с которой бы вода скатывалась подобно бусинке.

Используя приобретенные в ходе исследования знания, мы попытались самостоятельно изготовить образец непромокаемой ткани.

Для получения непромокаемого полотна обработали ткань раствором, образующим в порах материала нерастворимые осадки. Это необходимо для создания на поверхности ткани микроскопических «шипикиков», плотно прилегающих друг к другу, и не позволяющих молекулам воды проникнуть вглубь ткани. Совместное действие эффектов смачивания и поверхностного натяжения при достаточно мелком плетении нитей не влияет на способность материала пропускать воздух, однако вода с её огромным поверхностным натяжением уже не будет проходить через ткань. Затечь между шипиками вода не может, потому что в этом масштабе поверхностное натяжение уже не дает капле дробиться на более мелкие. [3]

Мы вымочили в течение дня материал в холодном растворе ацетата кальция. Для его получения растворили карбонат кальция (кусочек мела) в столовом уксусе до прекращения выделения пузырьков углекислого газа (приложение 2, рис. 1). Слив раствор с осадка разбавили его чистой водой вдвое. Ткань отжали и высушили при температуре 60 °С. Затем положили её в мыльный раствор, состоящий из 10 г мыла и 200 мл воды, снова отжали и высушили. Вторично погрузили в первый раствор, отжали и высушили. Первый образец был готов.

Такой способ создания непромокаемой ткани предложен авторами книги «Познаем наномир: простые эксперименты».[3]

Для изготовления сравнительного образца, мы реализовали более простой способ придания ткани водоотталкивающих свойств – воспользовались водоотталкивающим наноспреем, который можно приобрести в любом магазине обуви. При этом на поверхности ткани образуется наноразмерный слой покрытия из плотно прилегающих наночастиц. Так мы получили второй образец из такой же хлопчатобумажной ткани (приложение 2, рис. 2).

Следующий опыт, позволил сравнить гидрофобные свойства полученных покрытий. Мы закрепили кусочек ткани на стакане так, чтобы ткань слегка провисала и осторожно налили на её поверхность немного холодной воды (приложение 2, рис. 3). Результаты опытов отражены в таблице №3.

Таблица 3

Водоотталкивающий состав	Результат	Примечание
Кальциевое мыло	Ткань сохраняет водоотталкивающие свойства в течение непродолжительного времени	На темной ткани виден белый налет
Наноспрей	Ткань длительное время не теряет водоотталкивающих свойств	Ткань сохранила первоначальный вид. Однако не следует наносить слишком много водоотталкивающего спрея, т.к. внешний вид ткани ухудшается

На обратной стороне обоих образцов ткани капли воды не появились, и сама ткань воду не впитывала, следовательно, водоотталкивающая пропитка получилась достаточно хорошая. При этом, пропитка, выполненная с использованием нано спрея, показала лучшие результаты: внешний вид ткани не изменился и водоотталкивающие свойства сохранялись дольше.

## Заключение

Изучение учебной и научно-популярной литературы позволило нам познакомиться с физическими основами процессов создания непромокаемой ткани. Проанализировав результаты экспериментов, описанных в работах Булова О.Н., Клецкого М.Е., Озерянского В.А., и учитывая собственные наблюдения мы убедились в том, что обычной хлопчатобумажной ткани можно придать водоотталкивающие свойства в домашних условиях. [3]

В ходе выполнения работы мы провели ряд опытов, которые позволили пронаблюдать явления, обусловленные особыми свойствами поверхностных слоев жидкостей. А также экспериментально оценили характер взаимодействия жидкостей и твердых тел.

Выяснив, что смачиваемость, зависит от микроструктуры поверхности, мы самостоятельно изготовили образец непромокаемой ткани используя раствор ацетата кальция и мыльный раствор.

Сравнили гидрофобные свойства полученного образца и образца из ткани обработанной водоотталкивающим спреем.

Несмотря на очевидные преимущества образца покрытого составом промышленного производства, можно считать, что цель работы достигнута, поскольку нам удалось придать гидрофобные свойства хлопчатобумажной ткани в домашних условиях.

## Список использованных источников и литературы

1. Абрамзон А.А. Возьмём за образец лист лотоса. – Химия и жизнь. – 1982. - №11. – С. 38-40.
2. Шульпин Г.Б. Химия для всех. – М.: Знание, 1987.
3. Познаем наномир: простые эксперименты: учебное пособие / В.А. Озерянский, М.Е. Клецкий, О.Н. Буров. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.
4. Гартман, З. Занимательная физика, или Физика во время прогулки / З. Гартман. - М.: ЛИБРОКОМ, 2013. - 120 с.
5. Простые опыты. Забавная физика для детей. Ф.В.Рабиза. «Детская литература » Москва 2002г.
6. Физика для малышей. Л.Л. Сикорук изд. Педагогика, 1983 г.
7. <http://anytech.narod.ru> – Библиотека технических рецептов – Разное – Непромокаемые жидкости.
8. <http://www.weaving-maill.ru> – Отделка тканей, Гидрофобизация.
9. <http://www.lformula.ru> – Химия и производство.
10. <http://fb.ru/article/181575/svoystva-jidkostey-osnovnyie-fizicheskie-svoystva-jidkosti>
11. [http://www.focusscience.org/wp-content/uploads/image/IMG/foto\\_415b.jpg](http://www.focusscience.org/wp-content/uploads/image/IMG/foto_415b.jpg)

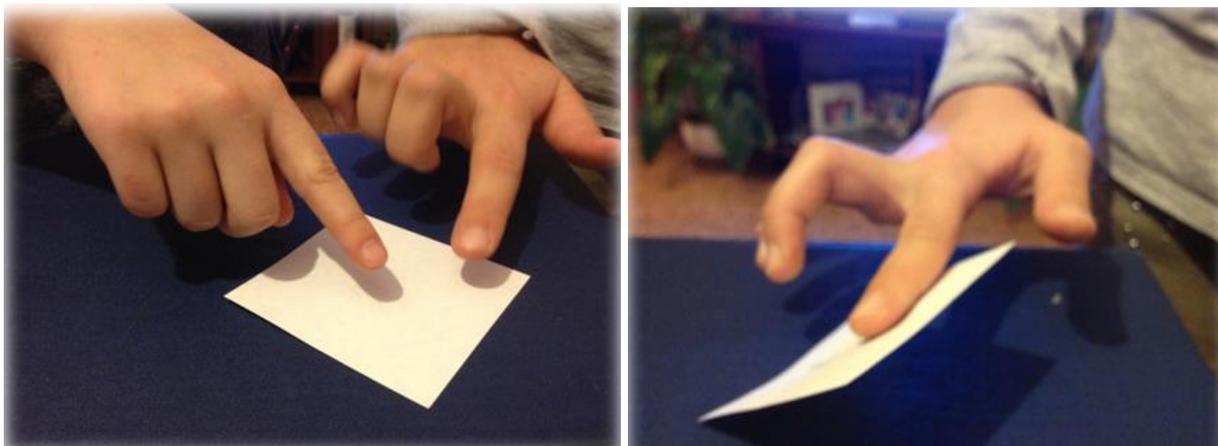


Рис. 1. Взаимодействие сухой и влажной кожи с листом бумаги



Рис. 2. Образование поверхностной «пленки» воды

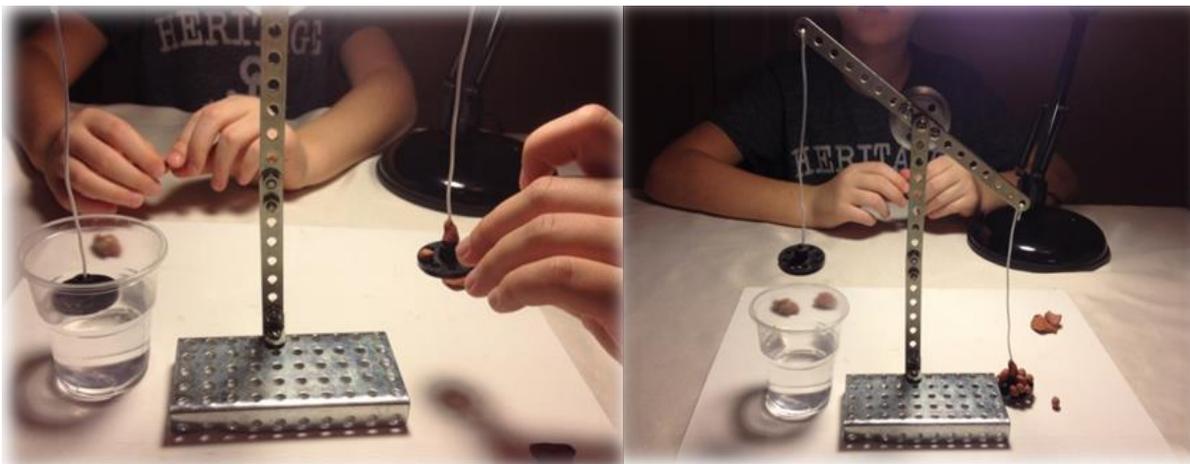


Рис. 3. Измерение силы поверхностного натяжения воды



Рис. 4. Измерение силы поверхностного натяжения спирта



Рис. 5. Измерение силы поверхностного натяжения масла



Рис. 6. Изменение поверхностного натяжения воды (фото слева – уменьшение, фото справа – увеличение).

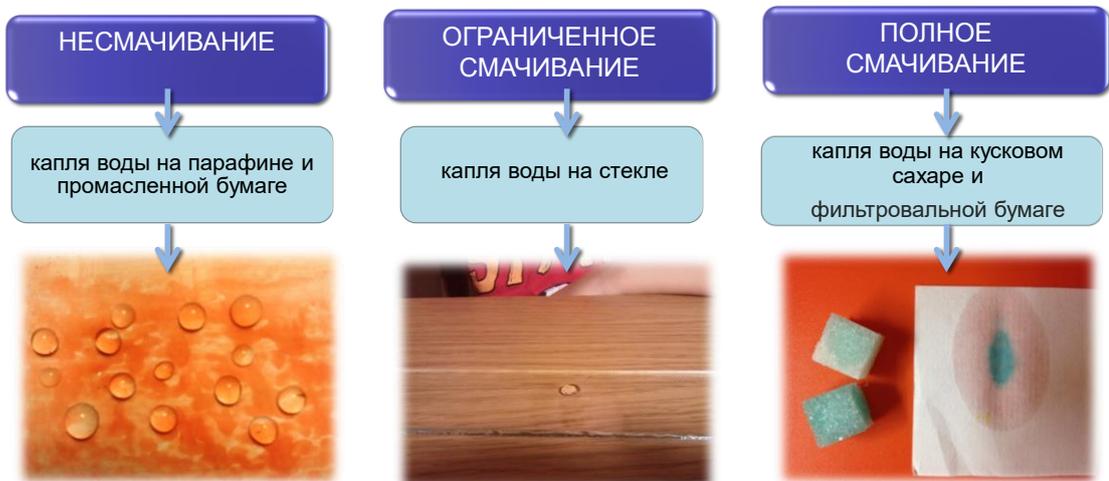


Рис. 7. Взаимодействие воды с разнородными поверхностями



Рис. 1. Получение раствора ацетата кальция.



Рис. 2. Поочередная обработка ткани раствором ацетата кальция и мыльным раствором



Рис. 3. Образцы ткани обработанной ацетатом кальция и водоотталкивающим спреем.



Рис. 4. Испытание образцов на гидрофобность