

ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И
ТВОРЧЕСКИХ РАБОТ МОЛОДЁЖИ
«МЕНЯ ОЦЕНЯТ В XXI ВЕКЕ»

Направление: физика

Тема: «Исследование эффекта лотоса»

Соискатель: Мельникова Светлана Игоревна, 9 класс

Научный руководитель: Бердникова Людмила Юрьевна, учитель физики

Место выполнения работы: МАОУ СОШ №3, Свердловская область,
г. Кировград

Аннотация

Проект посвящен исследованию истории, происхождения и биологического значения эффекта лотоса, который формируется из-за микроструктуры поверхности и ее гидрофобности, защищая поверхности от влаги, грязи и микроорганизмов.

Актуальность проекта связана с тем, что на основе эффекта лотоса были разработаны нанотехнологии, которые используются в быту и промышленности.

В ходе проекта провела исследования на гидрофобность поверхности листьев растений, сравнила результаты, сделала выводы и сама создала поверхность с эффектом лотоса.

Оглавление

Аннотация.....	3
Введение.....	4
Глава 1. Эффект лотоса	
1.1.Эффект лотоса и как оно связано с нанотехнологиями?	5
1.2. Структура строения листа лотоса, в сравнении с обычным листом.....	5
Глава 2. Создание гидрофобных покрытий	
2.1. Исследуем взаимодействие воды и различных листьев комнатных растений	7
2.2. Создание модели, не смачиваемой шероховатой поверхности, имитирующей лист лотоса	8
2.3. Определение степени смачивания поверхности.	9
Глава 3. Практическое применение эффекта лотоса.....	11
Заключение	12
Список используемой литературы	13

Введение

Актуальность: «Эффект лотоса» является одним из самых известных явлений, которое связывают с практическим использованием и развитием нанотехнологий.

Для современности важно то, что эффект лотоса действительно обладает необычными физическими свойствами. Благодаря особому строению его листьев и лепестков цветы лотоса остаются удивительно чистыми — именно это удивляет многих и до сегодняшнего дня. Данная тема интересна, так как на основе этого явления были разработаны нанотехнологии.

Исследование «эффекта лотоса» поможет мне применять мои познания в повседневной жизни, это касается выбора одежды, посуды, покраски дома или автомобиля.

Проблема: насколько реальна возможность создать в домашних условиях модель поверхности лотоса.

Гипотеза: гидрофобность зависит от поверхности и строения поверхности.

Цель работы: изучить возможность создания поверхности с эффектом лотоса.

Задачи исследования:

- 1) Изучить теоретические материалы по теме исследования;
- 2) Выяснить причину гидрофобности и гидрофильности, сравнение с эффектом лотоса;
- 3) Изучить поведение капли воды на поверхности листьев комнатных растений;
- 4) Попробовать создать поверхность с эффектом лотоса;

Объект исследования: листья комнатных растений и окружающие поверхности

Предмет исследования: наблюдения эффекта лотоса на различных поверхностях.

Методы:

- 1) Теоретические (изучение, анализ литературы)
- 2) Абстрагирование (изучение свойства, характеристики)
- 3) Наблюдение, опыты
- 4) Моделирование
- 5) Сравнение, анализ полученных результатов

Глава 1. Эффект лотоса

1.1. Эффект лотоса и как оно связано с нанотехнологиями

«Эффект лотоса» — это эффект крайне низкой смачиваемости поверхности, который можно наблюдать на листьях и лепестках растений рода Лотос (*Nelumbo*), и других растений, как например настурция, тростник обыкновенный и водосбор. Этот феномен был открыт учеными – Вильгельмом Бартхлоттом и Кристофером Найдунсом.

Биологическое значение эффекта состоит в защите поверхности растения от заселения грибами, водорослями и микроорганизмами, а также в большем коэффициенте полезного действия фотосинтеза.

Изучив условия, в которых проявляется «эффект лотоса», ученые смогли объяснить, как он реализуется на наноуровне. Сделать это можно с помощью простого примера: представим себе поверхность, покрытую зубцами наподобие расчески. Если положить на зубцы кусочек бумаги, то площадь его соприкосновения с поверхностью будет минимальной – только в местах контакта с зубцами. Если тот же клочок бумаги положить на гладкую поверхность, площадь соприкосновения значительно увеличится.

Многие современные технологии были основаны на наблюдении природы, заимствуя у нее ее уникальных механизмов.

Были разработаны средства обработки, покрытия, краски, ткани и другие поверхности, которые могут оставаться сухими и самоочищаться.

Например, краска с эффектом лотоса содержит микрокристаллы стеклянных частиц, которые создают бугорки, как у листа лотоса, и не позволяют каплям воды задерживаться и растекаться по поверхности, — они просто скатываются, забирая с собой частицы грязи.

1.2. Структура строения листа лотоса, в сравнении с обычным листом

Сама структура листа лотоса отличается от обычного листа, тем, что поверхность листа лотоса покрыта мелкими пупырышками высотой 10 мкм и микроворсинками еще меньших размеров, которые покрыты тонким слоем воска (рис. 1).

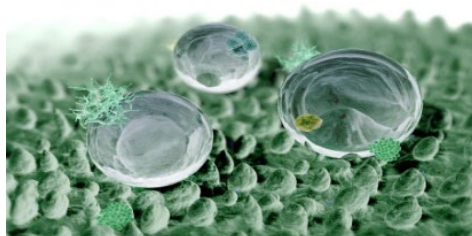


Рис. 1. Структура листа лотоса

Обычная поверхность, например, фильтровальная бумага, полностью впитывает каплю воды, это означает, что её поверхность не гидрофобная, а наоборот — гидрофильная

Устьица на листьях лотоса располагаются только с верхней стороны, а

в тканях листа имеются большие воздухоносные полости, избавляющие растение от избыточного увлажнения. Таким образом, пупырчатая структура поверхности листьев лотоса значительно уменьшает их смачиваемость.

Вода, попадающая на поверхность, образуется в капли. При стекании с листа растения вода забирает вместе с собой частички пыли, обеспечивая листок растения очищением (рис. 2).

Как же работает этот механизм? Благодаря точным микроскопам удалось это раскрыть. Всё дело в его кутине – это воскообразное вещество, которое состоит из высших жирных кислот и эфиров. Это вещество располагается на поверхности листа и цветка в виде, так скажем ‘шипов’, которые и являют специфическую и особую наноструктуру. Таким образом, растения, с помощью эффекта лотоса обеспечивают себя защитой от загрязнения. Поверхности особых растений способны проявлять уникальные гидрофобные возможности, благодаря этому любая жидкости стекает с них, забирая вместе с собой загрязнения. Частицы грязи, при этом, остаются и распределяются на внешней стороне капли, не проникая внутрь.

Таким же образом работает и поверхность листьев, покрытая восковыми ворсинками: грязь соприкасается только с ними, и капли воды тоже. Вода не может растечься и остается в виде шарика, а частицы загрязнения, слабо сцепленные с «остриями» ворсинок, соединяются с гладкой поверхностью капли. Капля же, стекая с листа, уносит с собой и загрязнения (рис. 3).

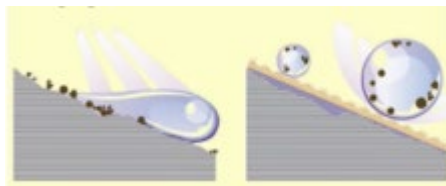


Рис. 2. Эффект самоочистения

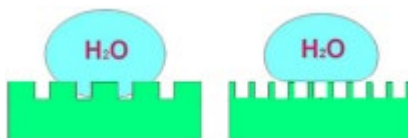


Рис. 3. Капля воды на гладкой и шероховатой поверхностях




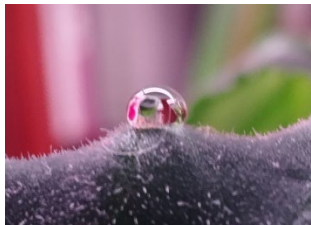
Глава 2. Создание гидрофобных покрытий


2.1. Взаимодействие воды и различных листьев комнатных растений.

Провела исследование взаимодействия воды и некоторых комнатных растений в сравнении с лотосом. Капнув на листья растений маленькую капельку воды, наблюдала за тем, как эта капелька располагается на листе и как хорошо с нее она скатывается, забирая и унося с собой щепотку земли.

Занесла в таблицу с пояснением и прикрепленной фотографией результаты исследования (Таблица.1).

Таблица 1. Поведение капель воды на поверхности комнатных растений

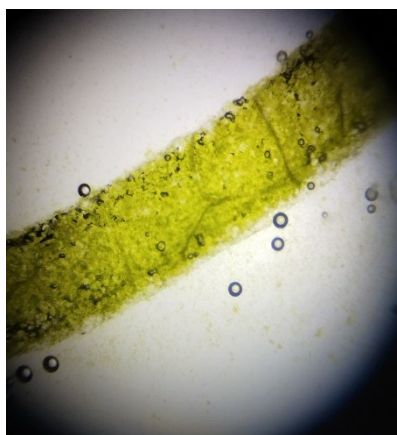
Растение	Внешний вид поверхности	Форма капли на листе	Поведение капли при наклоне поверхности
 Эустома	Поверхность слегка мягкая, имеет мелкие волоски	Капля округлая, не растекается по листу	Стекая, капля не оставляет за собой следов. Скатывается довольно быстро, забирая и унося за собой пылинки.
 Фаленопис (Орхидея)	Поверхность гладкая. Имеет очень мелкие ворсинки	Капля растекается по листу	При наклоне капля стекает плохо. Оставляет за собой водяной след и не хорошо очищает лист от грязи
 Пеларгония (Герань)	Поверхность мягкая. Видны ворсинки на листе	Капля не округлая, слегка проникая через ворсинки.	При наклоне капля скатывается, оставляя за собой следы в виде еще более мелких капель. Не полностью убирает грязь
	Поверхность мягкая. Видны ворсинки на листе	Капля округлая. Проникает через ворсинки	При наклоне листа вода скатывается, оставляет за собой еще более мелкие капли. Не полностью убирает грязь.

Глоксиния (Картошка)			
 Антуриум (Мужское Счастье)	Поверхность гладкая, находится в вертикальном положении	Капля округлая	Так как лист находится в вертикальном положении вода быстро скатывается, оставляет за собой иногда мелкие капли. Грязь уносит вместе с собой

В ходе исследования я выяснила, что самое похожее растение на Эффект лотоса – это Эустома. Оно и идеально очищает поверхность листа от грязи и капля на листе круглая, но конечно же не достаточно идеальна как лотос.

В процессе исследования мне стало интересно узнать, как Эустома выглядит под сильным микроскопом.

Я взяла лист растения и сделала маленький срез кусочка листа и посмотрела на него под микроскопом (рис. 4).



На препарате можно видеть капельки воды, имеющие шарообразную (сферическую) форму, которые не растекаются, а скатываются, не меняя формы - это показывает на то, что Эустома - гидрофобное растение.

Рис. 4. Срез листа Эустомы под микроскопом

2.2. Создание модели не смачиваемой шероховатой поверхности, имитирующей лист лотоса.

Мне стало интересно, можно ли создать такую поверхность самостоятельно?

Выдвинула гипотезу о том, что данную поверхность можно создать. Поэтому я решила провести небольшой опыт по созданию данной поверхности.

Провела опыт по созданию поверхности эффекта лотоса. Я взяла лезвия для бритвы, нагрела их в духовке до температуры около 100°C. Расплавил в фарфоровой чашке парафин. Каждое лезвие окунула в расплав, дала излишкам парафина стечь на фильтровальную бумагу так, чтобы их остриё касались ее поверхности. Потом собрала напарафиненные лезвия в стопку, подровняла и зажала в тисках лезвия вверх остриём. Таким образом, у меня получилась слегка шероховатая поверхность с гидрофобными свойствами.

Капнув на получившуюся поверхность капельку воды, я увидела, что капля находится на поверхности, не растекаясь. Капля довольно округлая, не стекает и ведет себя на поверхности уверенно (рис.5).

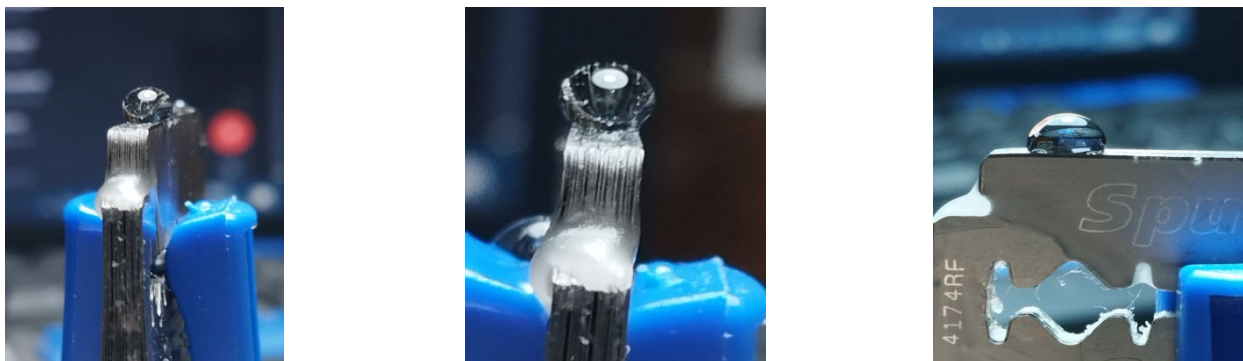


Рис. 5. Капля на самодельной поверхности

Могу сделать вывод о том, что данный опыт доказал, что создать поверхность, подобную лотосу, возможно самостоятельно. Моя гипотеза подтвердилась.

2.3. Определение степени смачивания поверхности.

Степень смачивания характеризуется углом смачивания. Угол смачивания Θ (или краевой угол смачивания) — это угол, образованный касательными плоскостями к межфазным поверхностям, ограничивающим смачивающую жидкость, а вершина угла лежит на линии раздела трёх фаз — воздух, вода, поверхность. Он является характеристикой гидрофильности или гидрофобности поверхности твердых тел (рис.6)

У растений с двойной структурированной поверхностью, к которым относится лотос, этот показатель может достигать 170° , при этом площадь соприкосновения капль составляет всего 0,6%



Рис.6.Краевой угол смачивания

Я решила проверить, гидрофобная ли у меня получилась поверхность. Для этого я построила угол = 123° . Он оказался тупым — это очень хорошо, и поэтому созданная мной поверхность является гидрофобной (рис. 7).



Рис. 7. Угол смачивания на самодельной поверхности

Итоги эксперимента:

1. Из парафина и лезвий для бритвы создана модель шероховатой поверхности, имитирующей лист лотоса.
2. Определен краевой угол смачивания для поверхности, он оказался больше 90° , это говорит о том, что была создана гидрофобная поверхность.

Глава 3. Практическое применение эффекта лотоса

Где же применяют эффект лотоса? В большинстве случаев он используется как водоотталкивающая краска, например, для машин или домов, как и покрытий их стекол.

Важным шагом стало также изобретение гидрофобных покрытий для стекол в автомобилях, которые постоянно подвергаются действию воды и грязи, а потому становятся мутными и ухудшают обзор. Такие покрытия основаны на уменьшении площади соприкосновения капель воды с поверхностью стекла, что позволяет воде стекать, не оставляя подтеков и загрязнений.

Эффект лотоса нашел свое применение не только в автомобильной промышленности. Ещё эффект лотоса применяют в строительной, обувной промышленности. Сегодня уже создано множество материалов, способных к самоочищению, обладающих гидрофобными свойствами, например, водоотталкивающие краски для фасадов, покрытия для поездов, незапотевающие стекла, непромокающая одежда, для авиации и так далее. Одно из недавних достижений в текстильной промышленности – создание непромокаемой хлопчатобумажной ткани, не теряющей своих свойств даже после 250 стирок.

Заключение

Открытый профессором Вильгельмом Бартхлоттом и Кристофером Найнуйсом «эффект лотоса» продолжает вызывать огромный интерес во всем мире. Изучив поверхности комнатных растений в сравнении с лотосом, я могу сказать, что гидрофобность зависит от строения и поверхность листа. Вследствие чего моя гипотеза была доказана. Проблема была решена.

В процессе работы над проектом была выполнена серия задач, направленных на понимание структуры и свойств лотосового листа и листа Эустомы, разработку создания гидрофобных поверхностей, а также проведение некоего эксперимента для проверки эффективности созданного образца.

Проведя небольшое исследование, сделав маленький срез листа, схожего многими свойствами на лотос, Эустома. Я посмотрела на срез листа Эустомы, я убедилась в том, что это растение гидрофобное, разработку создания гидрофобных поверхностей, а также проведение некоего эксперимента для проверки эффективности созданного образца.

Для проверки на гидрофобность я провела небольшое исследование и наблюдение над опытом. В ходе которых оценивались их гидрофобные свойства с использованием контактного угла воды. Результаты показали, что разработанные поверхности действительно обладают положительным уровнем гидрофобности.

Эксперименты также включали оценку самоочищения, где образцы подвергались воздействию загрязняющих веществ, после чего проверялась их способность к очистке под воздействием воды.

В ходе работы над проектом также были оценены потенциальные области применения технологии создания поверхностей с эффектом лотоса. Результаты исследований показали, что такие поверхности могут быть использованы в различных отраслях, включая строительство, автомобильную промышленность, текстильную промышленность и медицину.

При написании проекта мне пришлось столкнуться с некими трудностями по созданию поверхности с помощью лезвий. У меня не получалось всё с первого раза, но я довольна результатом и планирую дальше продвигаться с исследовательским проектом, постепенно развивая его.

Список литературы и интернет-ресурсы

1. МИР ФИЗИКИ: Что такое "эффект лотоса"?... - https://uroki-v-licee.blogspot.com/2013/01/blog-post_21.html
2. Нанотехнологии - <https://vevivi.ru/best/Nanotekhnologii-ref149007.html>
3. Нанотехнологии: Эффект лотоса - <https://dings-bums.livejournal.com/4242.html>
4. Петров Т. В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФФЕКТА ЛОТОСА В ТЕХНИКЕ // Международный школьный научный вестник. – 2017. – № 5-1. ;- URL: <https://school-herald.ru/ru/article/view?id=412>
5. Природные нанообъекты и наноэффекты .Нанотехнологии. Правда и вымысел - <https://tech.wikireading.ru/hWv692OYbg>
6. Физика : 7 класс : базовый уровень : учебник / И.М. Перышкин, А.И.Ивынов. – 3-е изд., перераб. – Москва:Просвещение, 2023. – 239. [1] с. : Ил.
7. Эффект лотоса - https://en.wikipedia.org/wiki/Lotus_effect
8. Эффект лотоса - URL:<http://thesaurus.rusnano.com/wik>
9. Эффект лотоса: природа вдохновляет на создание уникальных ... [Электронный ресурс] // dzen.ru - Режим доступа: <https://dzen.ru/a/Z1B1aSiwHBaKkmir>, свободный. - Загл. с экрана
10. Эффект лотоса - <https://www.nvgazeta.ru/news/12380/552635/>
11. «Эффекта лотоса» в живой природе и в разработках нанотехнологий: Применение «эффекта лотоса» в разработках нанотехнологий - https://nauka-2016.blogspot.com/p/blog-page_28.html