ВВЕДЕНИЕ

*…материал, который обладает удивительными*

*свойствами: при малых нагрузках он мягкий*

*и эластичный, а при больших – становится*

*твердым и очень упругим.*

Ни один человек не может уйти от реального материального мира, окружающего его и в котором он сам живёт. Природа, быт, техника и всё то, что нас окружает и в нас самих происходит, подчинено единым законам происхождения и развития – законам ФИЗИКИ.

Природа – настоящая физическая лаборатория, в которой человек должен быть активным наблюдателем, творцом, но не рабом природы, неспособным хотя бы приближенно объяснить наблюдаемые им природные явления.

**Актуальность проекта**

Нас окружает огромное количество жидкостей. Жидкость окружает везде и всегда. Сами люди состоят из жидкости, вода дает нам жизнь, из воды мы вышли и к воде всегда возвращаемся. Мы все время сталкиваемся с использованием жидкостей, пьем чай, моем руки, заливаем бензин в автомобиль, наливаем масло на сковороду. Основным свойством жидкости является, то, что она способна менять свою форму под действием механического воздействия.

Но оказалось, что не все жидкости ведут себя привычным образом. Это так называемые неньютоновские жидкости. Мы заинтересовалась необычными свойствами таких жидкостей и провели несколько опытов.

Впервые с данным понятием я столкнулся тогда, когда решил выяснить в

интернет источниках, что собой представляет популярная детская игрушка «жвачка для рук» или хендгам. Я нашел несколько видеороликов, в которых демонстрировались свойства неньютоновских жидкостей на примере изготовленных в домашних условиях хендгамов. Эксперименты произвели на меня большое впечатление и мне захотелось побольше узнать об удивительных свойствах жидкостей, противоречащих законам физики.

**Гипотеза:** я предполагаю, что неньютоновская жидкость, это смесь,

которая обладает свойствами жидкостей, а также некоторыми «особыми» свойствами, данный вид жидкости можно изготовить в домашних условиях, используя различные варианты и сочетания ингредиентов.

**Цель проекта:**

* получить неньютоновскую жидкость:
* изучить некоторые физические свойства неньютоновской жидкости

**Задача проекта:**

* Собрать теоретический материал о неньютоновской жидкости
* Опытным путём изучить некоторые физические свойства неньютоновских жидкостей (плотность, температура кипения, температура кристаллизации)
* Узнать область применения неньютоновских жидкостей

**Методы исследования:**

* Наблюдение
* Изучение теоретических материалов
* Проведение опытов
* Анализ.

1. **Характеристика жидкого состояния**

Человек на протяжении нескольких тысячелетий проявляет значительный интерес к изучению жидкости, этот интерес вызван рядом причин. Во - первых, наличие в природе значительных запасов жидкостей, которые легкодоступны человеку. Во - вторых, жидкие тела обладают рядом полезных свойств, которые можно без особых проблем использовать в повседневной жизни. В - третьих, немаловажным фактором является то, что большинство химических реакций протекают в жидкой фазе (чаще всего в водных растворах).

Что же такое жидкость. Жидкость это одно из агрегатных состояний вещества . Жидкое состояние обычно считают промежуточным между твёрдым телом и газом: газ не сохраняет ни объём, ни форму, а твёрдое тело сохраняет и то, и другое. Жидкости подобно твердым телам, обладают малой сжимаемостью и большой плотностью, но в то же время, подобно газам, не обладают упругостью формы. Отсюда вытекает, что основным свойством

жидкости, отличающим её от других агрегатных состояний, является то, что она способна менять свою форму под действием механического воздействия.

Наиболее характерным свойством жидкости является текучесть. Текучесть - это легкоподвижность частиц жидкости, обусловловленная ее неспособностью воспринимать касательные напряжения в состоянии покоя. Поэтому жидкость не может сохранять собственную форму, а принимает форму сосуда (резервуара, водоема), в котором находится.

Жидкости бывают идеальные и реальные. Идеальные - невязкие жидкости, обладающие абсолютной подвижностью, т.е. отсутствием сил трения и касательных напряжений и абсолютной неизменностью, а объёме под воздействием внешних сил. Реальные - вязкие жидкости, обладающие сжимаемостью, сопротивлением, растягивающим и сдвигающим усилиям и достаточной подвижностью, т.е. наличием сил трения и касательных напряжений. Реальные жидкости могут быть ньютоновскими и неньютоновскими.

К ньютоновским относятся однородные жидкости. Ньютоновская жидкость – это вода, масло и большая часть привычных нам в ежедневном использовании текучих веществ, то есть таких, которые сохраняют свое агрегатное состояние, что бы вы с ними не делали (если речь не идет об испарении или замораживании, конечно).

Другое дело - это неньютоновские жидкости. Их особенность заключена в том, что их текучие свойства колеблются в зависимости от скорости ее тока.

Еще в конце XVII века великий физик Ньютон обратил внимание, что грести веслами быстро гораздо тяжелее нежели, если делать это медленно. И тогда он сформулировал закон, согласно которому вязкость жидкости увеличивается пропорционально силе воздействия на нее. Ньютон пришел к изучению течения жидкостей, когда пытался моделировать движение планет Солнечной система посредством вращения цилиндра, изображавшего Солнце, в воде. В своих наблюдениях он установил, что если поддерживать вращение цилиндра, то оно постепенно передаётся всей массе жидкости. Впоследствии для описания подобных свойств жидкостей стали использовать термины «внутреннее трение» и «вязкость», получившие одинаковое распространение.

Когда жидкость неоднородна, например, состоит из крупных молекул, образующих сложные пространственные структуры, то при её течении вязкость зависит от градиента скорости. Такие жидкости называют неньютоновскими. Неньютоновскими, или аномальными, называют жидкости, течение которых не подчиняется закону Ньютона. Таких, аномальных с точки зрения гидравлики, жидкостей немало. Они широко распространены в нефтяной, химической, перерабатывающей и других отраслях промышленности.

Неньютоновские жидкости не поддаются законам обычных жидкостей, эти жидкости меняют свою плотность и вязкость при воздействии на них физической силой, причем не только механическим воздействие, но даже звуковыми волнами и электромагнитными полями. Если воздействовать механически на обычную жидкость ,то, чем большее будет воздействие на нее, тем больше будет сдвиг между плоскостями жидкости, иными словами, чем сильнее воздействовать на жидкость, тем быстрее она будет течь и менять свою форму. Если воздействовать на Неньютоновскую жидкость механическими усилиями, мы получим совершенно другой эффект, жидкость начнет принимать свойства твердых тел и вести себя как твердое тело, связь между молекулами жидкости будет усиливаться с увеличением силы воздействия на нее, в следствии мы столкнемся с физическим затруднением сдвинуть слои таких жидкостей. Вязкость неньютоновских жидкостей возрастает при уменьшение скорости тока жидкости

**ПРИМЕНЕНИЕ НЕНЬЮТОНОВСКИХ ЖИДКОСТЕЙ**

В мире как ни странно очень популярны данные жидкости. При исследовании неньютоновских жидкостей в первую очередь изучают их вязкость, знания о вязкости и о том, как ее измерять и поддерживать, помогают и в медицине, и в технике, и в кулинарии, и в производстве косметики

***Применение в косметологии***

Косметические компании зарабатывают огромную прибыль на том, что смогли найти идеальный баланс вязкости, который нравится покупателям.

Чтобы косметика держалась на коже, ее делают вязкой, будь это жидкий тональный крем, блеск для губ, подводка для глаз, тушь для ресниц, лосьоны, или лак для ногтей. Вязкость для каждого изделия подбирается индивидуально, в зависимости от того, для какой цели оно предназначено. Блеск для губ, например, должен быть достаточно вязким, чтобы долго оставаться на губах, но не слишком вязким, иначе тем, кто им пользуется, будет неприятно ощущать на губах что-то липкое. В массовом производстве косметики используют специальные вещества, называемые модификаторами вязкости. В домашней косметике для тех же целей используют разные масла и воск.

***Применение в кулинарии***

Чтобы улучшить оформление блюд, сделать еду более аппетитной и чтобы ее было легче есть, в кулинарии используют вязкие продукты питания.

Продукты с большой вязкостью, например, соусы, очень удобно использовать, чтобы намазывать на другие продукты, как хлеб. Их также используют для того, чтобы удерживать слои продуктов на месте. В бутерброде для этих целей используют масло, маргарин, или майонез — тогда сыр, мясо, рыба или овощи не соскальзывают с хлеба. В салатах, особенно многослойных, также часто используют майонез и другие вязкие соусы, чтобы эти салаты держали форму. Самые известные примеры таких салатов — селедка под шубой и оливье. Если вместо майонеза или другого вязкого соуса использовать оливковое масло, то овощи и другие продукты не будут держать форму.

*Майонез*

***Применение в медицине***

В медицине необходимо уметь определять и контролировать вязкость крови, так как высокая вязкость способствует ряду проблем со здоровьем. По сравнению с кровью нормальной вязкости, густая и вязкая кровь плохо движется по кровеносным сосудам, что ограничивает поступление питательных веществ и кислорода в органы и ткани, и даже в мозг. При обморожении, например, кровь становится более вязкой, несет недостаточно кислорода в руки и ноги, особенно в ткань пальцев, и в тяжелых случаях происходит отмирание ткани. В такой ситуации пальцы, а иногда и части конечностей приходится ампутировать.

Неньютоновские жидкости используются в автопроме, моторные масла синтетического производства на основе неньютоновских жидкостей уменьшают свою вязкость в несколько десятков раз, при повышении оборотов двигателя, позволяя при этом уменьшить трение в двигатели.

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В практической части я провел несколько опытов, в том числе и сравнение ньютоновской и неньютоновской жидкостей

***Приготовление неньютоновской жидкости***

Для приготовления неньютоновской жидкости, нам потребуется следующее: крахмал картофельный, вода, глубокая чашка (кристаллизатор), палочка. Далее нам нужно: взять крахмал и насыпать его в кристаллизатор, налить небольшое количество воды и размешать с помощью палочки. Постепенно подливать воды и мешать, пока не получится однородная масса. Эта жидкость и будет для нас примером неньютоновской.

***Демонстрация основных свойств ньютоновской и неньютоновской жидкостей***

Для демонстрации свойств неньютоновской жидкости проделаем несколько опытов. Получившуюся жидкость можно налить в руку и попробовать скатать шарик, при воздействии на жидкость, пока мы будем катать шарик, в руках будет твердый шар из жидкости, причем, чем быстрее и сильнее мы будем на него воздействовать, тем плотнее и тверже будет наш шарик. Как только мы разожмем руки, твердый до этого времени шар тут же растечется по руке. Связанно это будет с тем, что, после прекращения воздействия на него, жидкость снова примет свойства жидкой фазы. Этот опыт показывает действие на жидкости сил прикладываемых быстро с разных точек. Вода, как и положено ньютоновской жидкости растекается от усилий, неньютоновская жидкость под воздействием сил ведет себя как твердое тело

Еще я попробовала лить жидкости тонкой струйкой. Если бить палочкой по неньютоновской жидкости, то струйка отодвигается палочкой в сторону. Если бить по струйке воды, она разбрызгивается, но льется строго сверху вниз. Этот опыт показывает действие на жидкости силы тяжести.

С обычной жидкостью, для этого мы взяли обычную воду, ни один опыт у нас не получился

***Опыт с ударами***

Проведем еще один опыт, попробуем бить кулаком по воде и неньютоновской жидкости. При ударах по воде она расплескивается, а кулак тонет, практически не встречая сопротивления. При ударах кулаком по неньютоновской жидкости кулак не погружается в жидкость. Но при медленном погружении кулака он погружается как в обычную жидкость.

Еще я попыталась провести опыт с забиванием гвоздя. Для этого я попыталась забить гвоздь в брусок. В чашке с водой, брусок под ударами тут же оказывался под водой, забить гвоздь не получалось. В чашке с неньютоновской жидкостью брусок не тонул, а только немного пружинисто проседал, и гвоздь получилось забить

Этот опыт так же показывает, что неньютоновская жидкость под воздействием сил ведет себя как твердое тело

***Танцующая жидкость***

Неньютоновские жидкости не поддаются законам обычных жидкостей, эти жидкости меняют свою плотность и вязкость при воздействии на них физической силой, причем не только механическим воздействие, но и даже звуковыми волнами. Попробуем и мы воздействовать на неньютоновскую жидкость звуком. Для этого нам понадобится динамик, пластиковая кювета и неньютоновская жидкость. Нальем немного нашей жидкости в кювету и поставим на динамик. Жидкость под воздействием звуковых волн должна начать танцевать. Простая же вода просто вибрирует. У нас опыт не получился, мы не смогли найти достаточно мощный динамик

***Опыты с большими объемами неньютоновской жидкости***

Так как опыты с неньютоновской жидкостью очень популярны, то некоторыми исследовательскими группами проводились опыты и очень большими объемами неньютоновской жидкости. Например, если бассейн наполнить неньютоновской жидкостью, то по ней можно даже бегать, но если остановиться то сразу начнешь тонуть.

Данные эксперименты позволяют нам не только познакомиться с неньютоновскими жидкостями, но и изучить некоторые свойства данных жидкостей, а так же позволяют наглядно продемонстрировать свойства жидкости

3. ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА НЕНЬЮТОНОВСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

Основное применение благодаря своим свойствам неньютоновские жидкости находят в области защиты.

В США на основе данных жидкостей, министерство обороны начало выпуск бронежилетов для военных. Данные бронежилеты по своим характеристикам даже лучше обычных, так как легче по весу и проще в изготовлении.

Но одним военным применением, использование неньютоновской жидкости не ограничивается. На ее основе существуют материалы, обладающие защищающими от удара свойствами. Из них делают средства защиты. Такие как наколенники, налокотники, щитки и тд. Технология называется D3O, как собственно и компания. Она с 2001 выпускает защиту для спортсменов, военных и мотоциклистов. Так же технологии этой компании используется в изделиях многих компаний.

Компания Tech21 анонсировала инновационный материал для чехлов смартфонов и планшетов под названием D3O Impact Material. Это пластичный состав предлагает высочайший уровень защиты для мобильной электроники. Их будут использовать для защиты очень популярных на сегодня iPod и iPhone

Действительно ли неньютоновская жидкость является таким хорошим защитным материалом. Проведем несколько опытов.

***Опыт с яйцом***

Проделаем еще один опыт с обычной жидкостью и неньютоновской. Для этого нам понадобятся яйца, прочные пластиковые пакеты, вода и неньютоновская жидкость.

Наполняем пакет водой, опускаем в него яйцо и крепко завязываем. После этого позволим пакету упасть с высоты около метра. Яйцо разбилось. Повторим этот опыт с неньютоновской жидкостью. При падении с высоты 1 метр яйцо не разбилось, при падении с высоты 2 метров тоже. Этот опыт показывает, что при ударе неньютоновской жидкости о пол, один ее слой становится твердым, следующий становится плотным, а чем дальше от пола тем более жидкий. Яйцо благодаря распределению плотности погасило скорость падения и не разбилось.

* 1. Создание защитного состава

Компания Tech21, производящая защитные средства использует рекламный ролик в котором демонстрирует защитные свойства неньютоновской жидкости следующим образом. Небольшой объем достаточно густой неньютоновской жидкости обволакивает палец, по которому производят несколько ударов. Затем демонстрируют невредимый палец, тем самым, доказывая защитные свойства своего материала. Мы решили повторить данный опыт.

Для приготовления такого состава нам понадобились: клей ПВА, краски, ароматическое масло, тетраборат натрия, чашка и палочка для перемешивания.

Сначала наливаем клей в чашку, подкрашиваем его красками и добавляем ароматическую отдушку. Перемешиваем и добавляем каплю тетрабората натрия.

Затем тщательно все перемешиваем сначала в чашке, затем в пакетике.

У нас получилась густая масса, которая, тем не менее, является неньютоновской жидкостью, становится очень вязкой при нагрузках, но растекается как обычная жидкость в спокойном состоянии.

Затем мы повторили опыт компании Tech21. Обволокли получившимся составом палец и ударили молотком. Состав очень сильно смягчает удар молотка, но удар все-таки ощущается. Очевидно, защитный состав компании Tech21 произведен по другой технологии. Поэтому лучше не повторять этот опыт дома.

Эти опыты наглядно подтверждают нашу гипотезу, и хорошо иллюстрируют то, что неньютоновскую жидкость можно использовать как защиту от ударов.

**Заключение**

Жидкость - одно из состояний вещества. Основным свойством жидкости, отличающим её от других состояний, является способность неограниченно менять форму под внешним воздействием, сохраняя при этом объём. Жидкое состояние обычно считают промежуточным между твёрдым телом и газом: газ не сохраняет ни объём, ни форму, а твёрдое тело сохраняет и то, и другое. Молекулы жидкости не имеют определённого положения, но в то же время им недоступна полная свобода перемещений. Между ними существует притяжение, достаточно сильное, чтобы удержать их на близком расстоянии. Структура и физические свойства жидкости зависят от химической индивидуальности составляющих их частиц и от характера и величины взаимодействия между ними. Существует несколько вариантов классификации жидкостей, но нам наиболее интересна классификация, существующая в гидродинамике.В гидродинамике жидкости делятся на ньютоновские и неньютоновские. Ньютоновская жидкость (названная так в честь Исаака Ньютона) это вязкая жидкость, подчиняющаяся в своём течении закону вязкого трения Ньютона, то есть вязкость жидкости зависит прямо пропорционально от силы воздействия на неё. То есть чем больше сила воздействия, тем больше вязкость. Жидкость продолжает течение вне зависимости от сил, действующих на нее. Для ньютоновской жидкости вязкость, по определению, зависит только от температуры и давления (а также от химического состава) и не зависит от сил, действующих на нее. Неньютоновская жидкость подчиняется при своём течении закону вязкого трения, то есть её вязкость не зависит от температуры жидкости, а зависит от скорости сдвига. Когда жидкость неоднородна, например, состоит из крупных молекул, образующих сложные пространственные структуры, то при её течении вязкость зависит от градиента скорости. Такие жидкости называют неньютоновскими. Неньютоновские жидкости отклоняются от закона Ньютона. Свойства неньютоновской жидкости позволяют найти ей широкое применение в повседневной жизни в качестве смазочных и других материалов используемых в промышленности, вещества по составу и свойствам являющиеся неньютоновской жидкостью используют в пищевой промышленности, в медицине и косметологии. Также в мире ведется множество научных разработок уникальных материалов, которые обладают свойствами неньютоновских жидкостей и могут найти широкий спектр своего применения в разных областях жизнедеятельности человека. Проведя практическое исследование, я на собственном опыте убедился, что образец неньютоновской жидкости можно изготовить в домашних условиях из подручных и безопасных ингредиентов. Самым удачным оказался образец, изготовленный из клея ПВА и тетрабората натрия. Исследовав его свойства, я пришел к выводу, что он наиболее приближен по своим характеристикам к жвачке для рук, получаемой промышленным способом и в полной мере демонстрирует свойства неньютоновской жидкости. Данный образец можно использовать на уроках физики, в качестве наглядного материала при изучении агрегатных состояний веществ и свойств жидкостей.