

ПОЛУЧЕНИЕ КАУЧУКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО СВОЙСТВ

Родионова Е.А.

г. Тверь, МОУ СОШ № 46, 10 Б класс

Руководитель: Гусев А.А., Учитель химии, Заслуженный учитель России,
г. Тверь, МОУ СОШ № 46,

Трудно переоценить важность и необходимость в наше время таких материалов, как каучук и резина. Области их применения весьма обширны. Номенклатура резиновых изделий, выпускаемых в настоящее время, насчитывает свыше 36 000 наименований. Эти изделия используются в самых различных отраслях промышленности, на транспорте, в сельском хозяйстве и в быту. Достаточно перечислить только некоторые из резиновых изделий, чтобы понять, как важны и необходимы каучук и резина для успешного развития всех отраслей народного хозяйства. Автомобильные и авиационные шины, резиновые приводные ремни, всевозможные шланги и рукава, резиновая обувь, надувные лодки, метеорологические шары-пилоты, резиновая изоляция кабелей и проводов, хирургические перчатки, грелки, соски, мячи, игрушки и многие другие изделия давно стали предметами первой необходимости (Приложение 1).

В таблице (Приложение 2) приведены некоторые сведения о важнейших промышленных видах синтетического каучука; даны сведения о типе полимеров, о применяемых мономерах и областях применения каучуков.

Учитывая высокую потребность промышленности в указанных материалах, я решила провести собственное исследование свойств каучука.

Данной темой я заинтересовалась, услышав об удивительных свойствах этого вещества на уроке химии. Я решила узнать историю каучука и получить его на практике. Так как каучуконосы у нас не растут, и сейчас зима, то я воспользовалась тропическим растением каучуконосом – фикусом, выращиваемом как декоративное комнатное растение. Я узнала много интересного, изучая дополнительную литературу по этой теме, и представила это в исследовательской работе.

Цель работы: исследовать свойства натурального каучука.

Задачи:

– изучить вопрос о составе, строении и свойствах каучука, используя теоретические материалы;

– экспериментально выяснить, имеет ли натуральный каучук и полученный из него мономер неопределённое строение;

– исследовать физические и химические свойства продукта;

– обобщить полученные сведения в научно-исследовательской работе.

Гипотеза исследования: если получить продукт из млечного сока комнатного фикуса, то данный продукт будет обладать всеми свойствами натурального каучука.

Объект: натуральный каучук.

Предмет: получение каучука из растительного сырья и исследование его свойств.

Методы: эксперимент, наблюдение, сравнение, анализ результатов.

История открытия и использования каучука

Каучук существует уже очень давно. Найденные остатки окаменелых каучуконосных деревьев имеют возраст около 3 миллионов лет. Каучук на языке индейцев Амазонки произносится као-чу, и означает – «слёзы дерева». Каучуковые шары из сырой резины найдены среди руин цивилизаций инков и майя в Центральной и Южной Америке, которым не менее 900 лет.

Первым из европейцев с каучуком познакомился Христофор Колумб во время второго путешествия на американский континент. Он и его команда увидели индейцев, игравших чёрными мячами. Их скатывали из загустевшего млечного сока, вытекавшего из порезов на коре гевеи бразильской. Индейцы делали из него непромокаемые калоши.

Но ещё до этого туземцы Юго-Восточной Азии знали о резине (каучуке), сделанной из «сока» гевеи, которой они обмазывали свои корзины и кувшины, чтобы сделать их водонепроницаемыми.

«Каучук», о котором Колумб рассказал европейцам, долго оставался просто заморской диковинкой. Его первое научное описание было сделано во Франции в академии наук Шарлем Кондамином в 1739 году. В конце XVIII века каучук исследовали такие учёные, как Г. Бушард, Г. Вильямсон, К. Гарриес, И.И. Остросмысленский, М.Г. Кучеров, Б.В. Бызов. Но лишь первооткрыватель фотосинтеза Джозефер Пристли впервые нашёл ему применение. Он стал стирать кусочком каучука карандашные линии, то есть изобрёл чертёжную «резин-

ку». А в 1819 году американский фабрикант Макинтош стал производить знаменитые непромокаемые плащи. Ткань покрывалась плёнкой из каучука. Но эти плащи были хрупкими в холод и липкими в жару. В 1823 году Франция начала изготавливать из каучука подтяжки и подвязки.

В 1839 году американский учёный Чарльз Гудьир научился устранять эти недостатки, открыв вулканизацию.

Природные каучуконосы

Натуральный каучук получают коагуляцией млечного сока каучуконосных растений. Основной компонент натурального каучука – углеводород полиизопрен (91%-96%). В зависимости от того, в каких тканях накапливается каучук, каучуконосные растения делят на:

- 1) латексные – каучук в млечном соке,
- 2) паренхимные – каучук в корнях и стеблях,
- 3) хлоренхимные – каучук в листьях и зелёных тканях молодых побегов.

Каучук содержится в наплывах, образующихся при повреждении корней, произрастающих в Средней Азии (Казахстан) травянистых растений рода *Chondrilla* (сложноцветные), в коре корней гваюлы, тау-сагыза, произрастающего в горах Кара-Тау (Казахстан), и растений, относящихся к роду одуванчиков, кок-сагыз (Приложение 3). Млечный сок обычного одуванчика также содержит немного каучука.

Промышленное значение имеют латексные деревья, которые не только накапливают каучук в большом количестве, но и легко его отдают; из них важнейшее – гевея бразильская, дающая 96% мирового производства каучука.

Травянистые латексные каучуконосные растения из семейства сложноцветных (кок – сагыз, крым – сагыз и другие) произрастающие в умеренной зоне, в том числе в южных республиках, содержащие каучук в небольшом количестве в корнях, промышленного значения не имеют.

Среди травянистых растений России есть всем знакомые одуванчик, полынь и молочай, которые тоже содержат млечный сок.

Каучуконосы лучше всего произрастают не далее 10 градусов от экватора на север и на юг. Поэтому полоса шириной 1300 километров по обе стороны экватора известна как «каучуковый пояс».

Для каучуконовосов требуется очень тёплый влажный климат и плодородная почва. Развитие автомобильной промышленности значительно повысило потребности в резине и, соответственно, в каучуке.

Поэтому появились новые плантации гевей: молодые деревья из Южной Америки посадили в Малайзии, Цейлоне и Индонезии. Они отлично прижились и дают большой урожай.

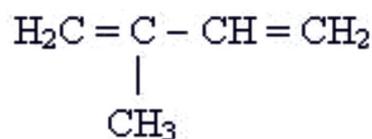
Латекс состоит из мельчайших частичек жидкости, твёрдых частиц и других примесей. Только около 33% латекса составляет каучук, 66% вода и около 1% другие вещества.

Натуральные каучуки, полученные из различных видов растений, обладают разными техническими характеристиками (Приложение 4)

Состав, строение, свойства натурального каучука

В химическом отношении чистый натуральный каучук представляет собой высокомолекулярное соединение, имеющее состав $(C_5H_8)_n$. Основной группировкой молекулы является изопреновая группа. Каучук – хороший диэлектрик, он имеет низкую водо- и газопроницаемость. Каучук не растворяется в воде, щёлочи и слабых кислотах; в этиловом спирте его растворимость небольшая, а в сероуглероде, хлороформе и бензине он сначала набухает, а уж затем растворяется. Легко окисляется химическими окислителями, медленно – кислородом воздуха. Теплопроводность каучука в 100 раз меньше теплопроводности стали.

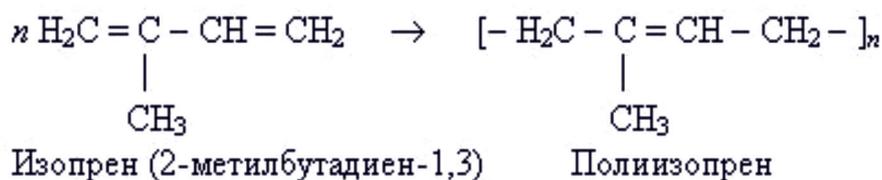
Для изучения состава каучука химики использовали старый метод – сухую перегонку, при которой вещество разлагалось, образовавшиеся продукты собирали, а потом исследовали. Нагревая каучук, английский химик Гревиль Уильямс в 1861-1862 годах выделил кипящий при 32° С продукт, названный им изопреном. Он определил и состав изопрена – C_5H_8 . Спустя 22 года английский химик Уильям Огест Тильден установил структурную формулу изопрена. Он оказался непредельным соединением с двумя сопряженными двойными связями в молекуле.



Изопрен (2-метилбутадиен-1,3)

Французский химик Гюстав Бушард задумал получить каучук из продуктов, выделенных при сухой перегонке. Он действовал на изопрен соляной кислотой и получил массу, похожую на каучук, которая «... обладала эластичностью и другими качествами природного каучука. Она не растворялась в спирте, набухала в эфире и сероуглероде

и растворялась в них так же, как природный каучук», – это было записано в дневнике ученого. Теперь ученый был убежден: натуральный каучук состоит из молекул изопрена.



Свойства:

1. Отношение каучука и резины к растворителям. Не вулканизированный каучук растворяется во многих органических растворителях; вулканизированный каучук (резина) в той или иной степени растворяет в себе эти вещества, от чего увеличивается в объеме (как говорят, «набухает»).

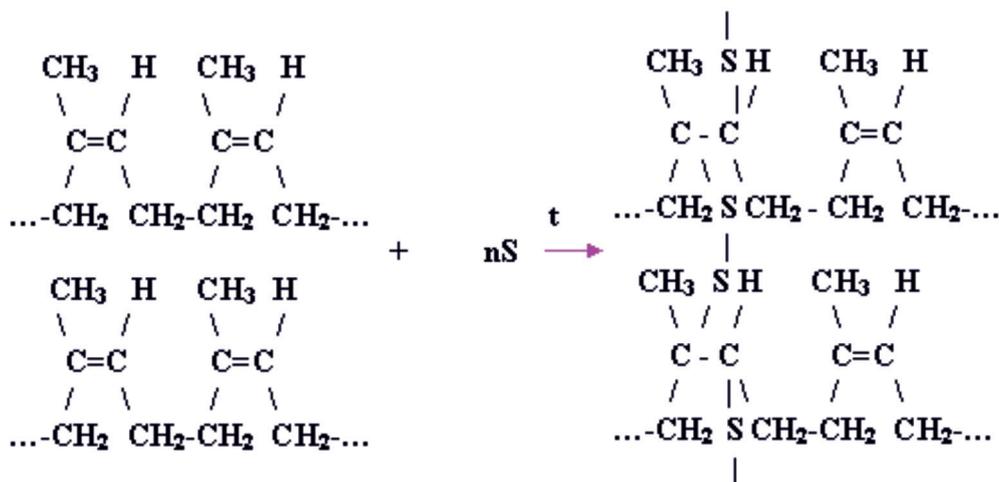
2. Взаимодействие каучука с бромной водой и перманганатом калия. Вследствие наличия двойных связей каучук легко присоединяет галогены, а также обесцвечивает раствор перманганата калия.

3. Разложение каучука при нагревании. Каучук при нагревании разлагается на продукты с меньшей молекулярной массой. Образующиеся вещества обладают свойствами непредельных соединений. Изопрен – основной продукт разложения каучука.

Если к полученной жидкости прилить бромную воду или раствор перманганата калия и энергично встряхнуть, то произойдет обесцвечивание раствора, которое указывает на непредельный характер образующихся при разложении каучука продуктов.



4. Вулканизация каучука – это нагревание смеси каучука с небольшим количеством серы и наполнителем (чаще всего сажа и порошок мела). Атомы серы присоединяются по месту разрыва двойных связей и как бы сшивают молекулы поперечными дисульфидными мостиками:



Продукт частичной вулканизации называют резиной. Такой полимер имеет разветвленную структуру и менее эластичен, чем каучук, но обладает значительно большей прочностью. При увеличении количества серы продукт вулканизации приобретает сетчатую структуру и полностью теряет эластичность. Он называется эбонитом. Из него изготавливают детали электрической арматуры.

Эксперимент № 1. Получение каучука из листьев фикуса

ЦЕЛЬ: собрать млечный сок из фикуса, выделить из него каучук в виде хлопьев, доказать ненасыщенность и эластичность выделенного материала.

1. (I способ) Сделала несколько надрезов на листьях фикуса и собрала млечный сок ваткой, смоченной раствором аммиака, в пробирку. Добавила раствор уксусной

кислоты и встряхнула. Наблюдала выделение хлопьев, которые представляют собой натуральный каучук.

2. (II способ) Срезала несколько листьев фикуса и собрала в пробирку выделяющийся из черенков млечный сок. К собранным каплям сока прилила немного воды и добавила 0,5 г хлорида кальция. Смесь хорошо встряхнула и прилила к ней по каплям спирт. Вскоре на поверхности раствора появились хлопья каучука.

3. На предметное стекло нанесла млечный сок из листьев фикуса и прогрела. Образовалась пленка натурального каучука.

4. Полученный в результате опыта каучук с помощью пинцета растянула в тонкую нить, измерила ее длину (3,2 см); после того, как я отпустила нить, она сжалась до 1 см. Это подтверждает эластичность каучука.

Эксперимент № 2. Непредельный характер каучука

ЦЕЛЬ: доказать с помощью качественных реакций ненасыщенный характер полимерной цепи каучука.

Я растворила хлопья каучука в бензине. В пробирки с растворами перманганата калия и бромной водой добавила по несколько капель приготовленного заранее раствора каучука и встряхнула. Наблюдала изменение окраски, оба раствора обесцветились, что указывает на наличие кратных связей в молекулах выделенного образца вещества из сока фикуса.

Эксперимент № 3. Разложение каучука

ЦЕЛЬ: доказать непредельный характер продукта разложения каучука—изопрена.

1. Собрала прибор по схеме (Приложение 5).

2. Кусочки натурального каучука поместила в пробирку с газоотводной трубкой. При нагревании каучука образуются непредельные соединения, среди которых изопрен. Жидкие продукты реакции конденсируются в пробирке 1, а газообразные собираются в пробирке 2. Разложение сопровождается образованием веществ, имеющих резкий запах. Обесцвечивание раствора перманганата калия в пробирке 2 указывает на непредельный характер продуктов разложения каучука.

Эксперимент № 4. Отношение каучука к растворителям

ЦЕЛЬ: сравнить растворимость каучука в различных органических растворителях.

В 7 пробирок налила по 3 мл следующих растворителей: 1) этиловый спирт; 2) скипидар; 3) бензин; 4) керосин; 5) ацетон; 6) бензол; 7) толуол. Поместила в них кусочки каучука. Закрыла пробками и оставила на сутки.

Результат: в спирте и ацетоне каучук не растворился, изменений не произошло; в бензине, бензоле и толуоле каучук растворился, образуя вязкую жидкость (резиновый клей), при этом раствор толуола приобрел желтый цвет; в скипидаре и керосине произошло набухание каучука, он впитал растворитель и увеличился в размерах.

Результаты своих экспериментов я представила в заключении и приложениях к работе.

Эксперимент № 5. Эластичность каучука и его отношение к нагреванию

Растянула с помощью тигельных щипцов тонкую полоску каучука, измерила ее длину, которая составила 1,8 см. Когда я отпустила полоску, она снова сжалась. Поместила одинаковые полоски: одну – в горячую воду, другую – в морозильную камеру холодильника. Спустя некоторое время снова испытала каучук на растяжимость и заметила, что полоска, которая побывала в горячей воде, растягивается до 6 см, но не возвращает свою форму после отпускания. Та же полоска каучука, которая была в холодильнике, стала хуже растягиваться, край ее оборвался, материал приобрел хрупкость. Следовательно, каучук способен к растяжению, обладает эластичностью, но при повышенных и пониженных температурах теряет ее.

Эксперимент № 6. Получение резины и изучение ее механических свойств

Нагрела кусочек каучука с небольшим количеством серы до расплавления, перемешала, затем остудила. Полученный материал оказался более твердым и прочным, чем исходное сырье. Произошла вулканизация каучука, и получилась резина. С ее образцами я провела такие же опыты, как и с каучуком в Эксперименте № 4. Заметила, что резина эластична; образец растягивается до 1,5 см, после прекращения воздействия возвращает свою форму. Действие высокой и низкой температур существенно не изменило качества данного материала. Резина обладает лучшими механическими качествами, чем каучук, и большей стойкостью к изменению температур. Результаты испытаний я представила в таблице Приложения 6.

Заключение

Таким образом, изучив материал о полимерных изделиях, я выяснила, что значение натурального каучука очень велико. Каучук используется в производстве автомобильных, авиационных изделий, также в производстве изделий широкого потребления (обувь, спортивные товары, игрушки).

При исследовании свойств натурального каучука я пришла к выводу, что он имеет

кратные связи в полимерной цепи. Так же я ознакомилась с растениями каучконосами и способом получения из них натурального каучука. Продолжила развивать теоретические и практические умения.

В результате исследовательской работы:

1. Получила натуральный каучук из листьев фикуса;
2. Доказала, что полученный каучук носит неопределенный характер;
3. С помощью качественных реакций доказала, что продукт разложения натурального каучука – тоже ненасыщенное соединение;

4. Исследовала отношение натурального каучука к различным органическим растворителям и подтвердила, что каучук растворяется в толуоле, керосине, бензине.

5. Испытала механические свойства каучука и полученной из него резины, а также их отношение к нагреванию и охлаждению.

Таким образом, полученный мною каучук обладает всеми свойствами, характерными для натуральных каучуков, значит, я подтвердила гипотезу своего исследования.

Проведенная работа поможет мне в дальнейшем изучении органической химии и особенностей полимерных материалов.

Приложение 1



Изделия из каучука и резины

Важнейшие виды синтетических каучуков

Название	Исходный мономер	Формула каучука	Свойства, применение
Бутадиеновый	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ бутадиен-1,3	$\left[\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{C}=\text{C} \quad \text{CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{CH}_2 \quad \quad \text{H} \end{array} \right]$ нерегулярное строение	Водо- и газонепроницаемость. По эластичности уступает природному каучуку. В производстве кабелей, обуви, принадлежностей быта
Дивиниловый	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ бутадиен-1,3	$\left[\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{C}=\text{C} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{CH}_2 \quad \quad \text{CH}_2 \end{array} \right]$ регулярное строение	По износоустойчивости и эластичности превосходит природный каучук. В производстве шин.
Изопреновый	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$ 2-метилбутадиен-1,3	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ -\text{CH}_2 \quad \quad \text{CH}_2- \end{array}$ регулярное строение	По эластичности и износоустойчивости сходен с природным каучуком. В производстве шин
Хлоропреновый	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{Cl})-\text{CH}=\text{CH}_2$ 2-хлорбутадиен-1,3	$\left[-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2- \right]$	Устойчив к воздействиям высоких температур, бензинов и масел. В производстве кабелей, трубопроводов для перекачки бензина, нефти.
Бутадиенстирольный	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ бутадиен-1,3 и $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}_2$ стирол	$\left[-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-\text{CH}_2- \right]$	Характерна газонепроницаемость, но недостаточная жароустойчивость. В производстве лент для транспортёров, автокамер.



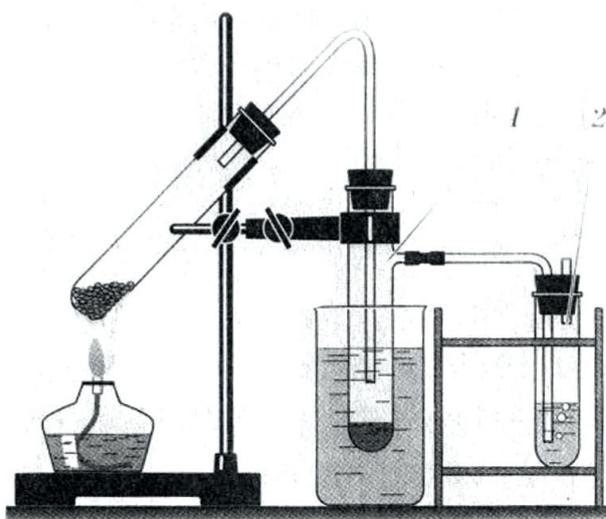
Растения – каучуконосы: 1 – кок-сагыз; 2 – гваяла; 3 – тау-сагыз; 4 – ваточник (справа плод)

Технические характеристики натурального каучука из разных растений

Растения	Сопротивление разрыву (в кг/см ²)	Относительное удлинение при разрыве (в %)	Остаточное удлинение после разрыва (в %)	Коэффициент старения (по Гирш)
Кок-сагыз	180—220	650—780	18—24	0,3—1,0
Тау-сагыз	208—220	700—720	17—20	0,5—0,9
Крым-сагыз	180—230	700—780	26—33	0,6—0,9
Гваюла	140—160	600—630	28—30	0,4—0,6
Гевея	200—260	700—760	16—18	0,7—0,9
Синтетический каучук	130—180	700	27—28	—

Испытание механических свойств каучука и резины

Условия	Длина полоски	Каучук	Резина
При комнатной температуре	до воздействия	1 см	1 см
	при растяжении	1,8 см	1,5 см
	после воздействия	1 см	1 см
При нагревании до +80 °С	до воздействия	1 см	1 см
	при растяжении	6 см	1,6 см
	после воздействия	5,4 см	1 см
При охлаждении до -10 °С	до воздействия	1 см	1 см
	при растяжении	—	1,5 см
	после воздействия	—	1 см



Образующиеся парообразные продукты отводятся в пробирку, охлаждаемую в стакане с водой, где они конденсируются. По образованию жидкости и газообразных веществ можно сделать заключение об образовании из высокомолекулярного (твердого) продукта веществ с меньшей молекулярной массой.

Прибор для проведения реакции разложения каучука

Фото исследований

*1. Фигус**2. Получение млечного сока**3. Подтверждение неперелетного характера получение резины из каучука*



4. Вытягивание нити



5. Установка



6. Разложение каучука



7. Действие растворителей



8. Испытание механических свойств

Список литературы

1. Артеменко А.И. Удивительный мир органической химии. – М.: Дрофа, 2005.
2. Белоцветов А.В., С.Д. Бесков, Н.Г. Ключников. Химическая технология. – М.: Просвещение, 1976.
3. Кузнецова Н.Е., Гара Н.Н. Химия 10 класс. – М.: Вентана – Граф, 2011.
4. Химическая энциклопедия. Т. 2. Под ред. Кнунянц И.Л. «Советская энциклопедия». – М., 1990.
5. Большой Энциклопедический словарь. – М.: Большая российская энциклопедия, 1998.
6. Кошелев Ф.Ф., Корнев А.Е., Климов Н.С. Общая технология резины. – М.: «Химия», 1968.