

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Лицей №3» Муниципального образования г. Братска**

## **Роль окислительно-восстановительных реакций в органической химии**

Выполнил: ученик

10 класса Вершинин Роман,

МБОУ «Лицей №3»

Руководитель: Гладких Л. Г.

учитель химии

Братск 2017

## Оглавление

Введение .....	стр.2-3
Основная часть .....	стр.4-6
Экспериментальная часть .....	стр.7-8
Заключение .....	стр. 9-10
Список литературы .....	стр.11
Приложение.....	стр.13-16

## **Введение**

« Ни одна наука не нуждается в эксперименте в такой степени, как химия.

Ее основные законы, теории и выводы опираются на факты.

Поэтому постоянный контроль опытом необходим».

Майкл Фарадей.

Химия происходит не только в пробирках в школьной лаборатории. Самые впечатляющие химические реакции вы можете наблюдать в природе. И значение их так велико, что не было бы никакой жизни на земле, если бы не некоторые из химических реакций. Среди химических реакций, происходящих в природе, быту и технике, огромное множество составляют окислительно-восстановительные: сгорание топлива, окисление питательных веществ, тканевое дыхание, фотосинтез, порча пищевых продуктов и т.д. В таких реакциях могут участвовать как неорганические вещества, так и органические. В настоящее время наиболее актуальным является вопрос, каким образом можно влиять на направление протекания химической реакции и как можно управлять реакциями.

### **Проблемный вопрос:**

На одной из первых лабораторных работ (получение этилена) я проводил реакцию окисления этилена водным раствором перманганата калия и решил обратить внимание на то, как будет вести себя окислитель в других средах, и как в принципе среда раствора влияет на ОВР в органической химии. Затем я заинтересовался тем, что собой представляют ОВР в орг. химии и какое этому практическое применение.

### **Гипотеза исследования:**

Поведение одного и того же окислителя в разных средах раствора позволяет прогнозировать протекание ОВР, управлять поведением окислителей и использовать их на практике.

### **Цель исследования:**

Использование веществ школьной лаборатории для проведения качественных опытов, раскрывающих окислительные и восстановительные свойства отдельных веществ.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- ✓ Распознать виды окислительно-восстановительных реакций.
- ✓ Провести реакции, раскрывающие суть ОВР
- ✓ Выяснить влияние среды раствора на продукты реакции окисления-восстановления.
- ✓ Определить влияние температуры на протекание О.В.Р.
- ✓ Доказать, что можно управлять химическими реакциями

## Основная часть

Окислительно-восстановительные процессы издавна интересовали химиков и даже алхимиков. Они давно пользовались ОВР, вначале не понимая их сущности. Лишь к началу 20-го века была создана электронная теория окислительно-восстановительных процессов. Многие технологические процессы, такие как получение металлов, минеральных кислот, органических соединений являются окислительно-восстановительными, не говоря уже о реакциях, осуществляемых ежедневно в быту и медицинской практике: зажигание спички, горение природного газа, всевозможные процессы брожения (молочно-кислое, спиртовое), использование раствора перманганата калия в качестве окислителя для промывания желудка при пищевых отравлениях и др. Сущность окислительно-восстановительных процессов состоит в переходе валентных электронов от восстановителя к окислителю.

Поэтому окислительно-восстановительные реакции представляют собой единство двух противоположных процессов – окисления и восстановления. В этих реакциях число электронов, отдаваемых восстановителем, равно числу электронов, присоединяемых окислителем. При этом независимо от того, переходят ли электроны с одного атома на другой полностью или лишь частично оттягиваются к одному из атомов, условно говорят только об отдаче и присоединения электронов.

Окислительно-восстановительные реакции органических веществ – важнейшее свойство, объединяющее эти вещества. Склонность органических соединений к окислению связывают с наличием кратных связей, функциональных групп, атомов водорода при атоме углерода, содержащем функциональную группу.

Чем больше в молекуле атомов углерода, тем более коптящим будет пламя из-за неполного сгорания и образования твердых частиц углерода (сажи), и тем больше кислорода требуется на ее сгорание. Например, метан горит голубым, этиловый спирт - почти бесцветным, а бензол – желтым коптящим пламенем.

В окислительно-восстановительных реакциях органические вещества чаще всего проявляют свойства восстановителей, при этом сами окисляются. Легкость окисления зависит от доступности электронов при взаимодействии с окислителем. Все факторы, приводящие к увеличению электронной плотности (например, положительный индуктивный эффект, мезомерный эффект) повышают способность вещества к

окислению. Таким образом, склонность органических веществ к окислению возрастает с повышением их нуклеофильности.

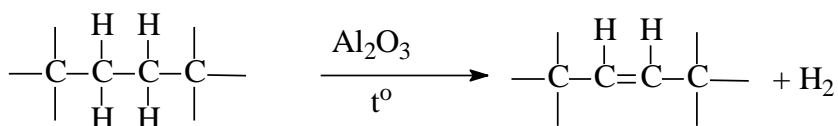
Все ОВР в орг.химии можно условно разделить на 3 группы:

### Полное окисление и горение

#### Мягкое окисление

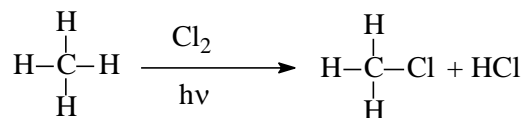
#### Деструктивное окисление

*Окисление* – это процесс отдачи электронов атомом, молекулой или ионом, сопровождающийся повышением степени окисления. Но, следуя этому определению, очень многие органические реакции могут быть отнесены к реакциям окисления, например: а)дегидрирование алифатических соединений, приводящее к образованию двойных углерод-углеродных связей:



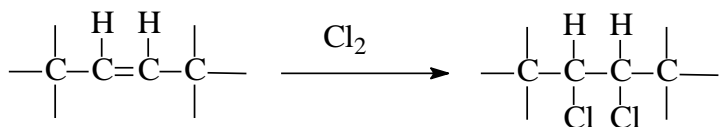
(степень окисления атома углерода, от которого уходит водород, меняется с -2 до -1),

б)реакции замещения алканов:



(степень окисления атома углерода меняется с -4 до -3),

в) реакции присоединения галогенов к кратной связи:

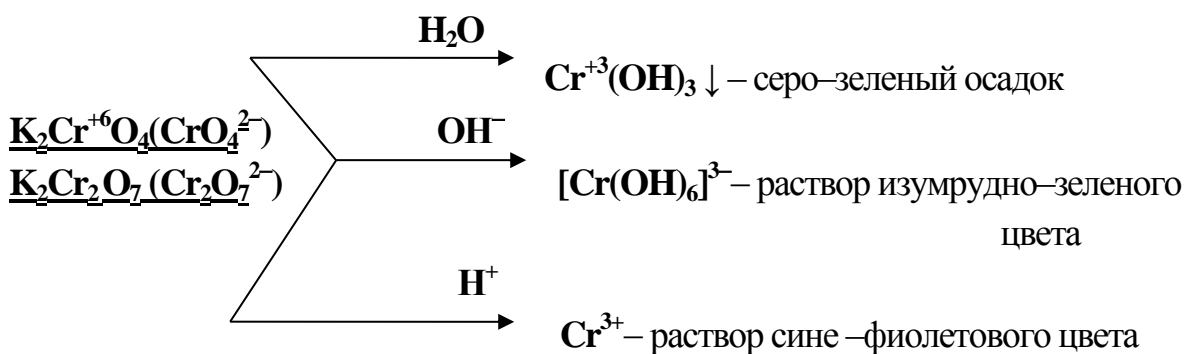


(степень окисления атома углерода меняется с -1 до 0) и многие другие реакции.

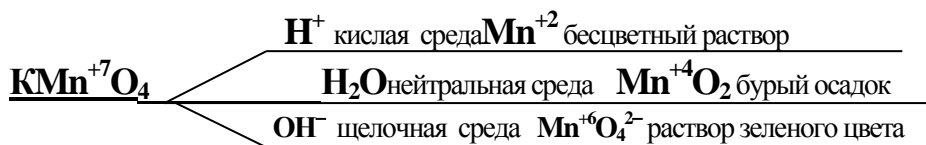
Хотя формально эти реакции и относятся к реакциям окисления, однако, в органической химии традиционно *окисление* определяют как процесс, при котором в результате превращения функциональной группы соединение переходит из одной категории в более высокую: алкен→спирт → альдегид (кетон) →карбоновая кислота.

А какие же соединения способны отдавать кислород органическим веществам? Для окисления органических веществ обычно используют соединения переходных

металлов, кислород, озон, перекиси и соединения серы, селена, иода, азота и другие. Из окислителей на основе переходных металлов преимущественно применяют соединения хрома (VI) и марганца (VII), (VI) и (IV). Наиболее распространенные соединения хрома (VI) – это раствор бихромата калия  $K_2Cr_2O_7$  в серной кислоте, раствор триоксида хрома  $CrO_3$  в разбавленной серной кислоте (реактив Джонсона), комплекс триоксида хрома с пиридином и реактив Саретта – комплекс  $CrO_3$  с пиридином и  $HCl$  (пиридинийхлорхромат). При окислении органических веществ хром (VI) в любой среде восстанавливается до хрома (III), однако, окисление в щелочной среде в органической химии не находит практического применения.

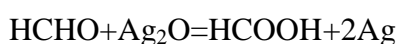


Перманганат калия  $KMnO_4$  в разных средах проявляет различные окислительные свойства, при этом сила окислителя увеличивается в кислой среде:



Манганат калия  $K_2MnO_4$  и оксид марганца (IV)  $MnO_2$  проявляют окислительные свойства только в кислой среде.

Гидроксид меди (II) обычно используется для окисления альдегидов. Реакция проводится при нагревании, при этом голубой гидроксид меди (II) превращается сначала в гидроксид меди (I) желтого цвета, который затем разлагается до красного оксида меди (I). В качестве окислителя альдегидов также применяют аммиачный раствор гидроксида серебра (реакция серебряного зеркала).



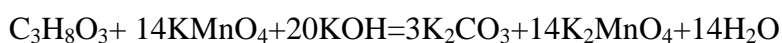
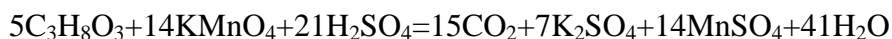
## Экспериментальная часть

### 1. Взаимодействие глицерина и перманганата калия в нейтральной среде



Взаимодействие сопровождается выделением большого количества теплоты и газов (углекислый газ  $\text{CO}_2$  и пары воды  $\text{H}_2\text{O}$ ), которые увлекают за собой горячие твердые частицы диоксида марганца  $\text{MnO}_2$  и карбоната калия  $\text{K}_2\text{CO}_3$ . Данная реакция получила название «вулкан Шееле».

### **В кислой и щелочной среде различными окислителями**

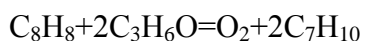


### **2. Взаимодействие ацетона с перманганатом калия в кислой среде.**



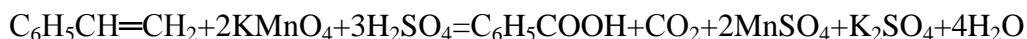
### **3.а) Взаимодействие стирола с ацетоном**

Но и сами органические вещества могут быть окислителями. В эксперименте №2 ацетон являлся восстановителем, а в эксперименте №3 ацетон – окислитель. Самым распространенным и востребованным растворителем органических веществ (в основном — ацетатов целлюлозы и нитратов) на строительном рынке является ацетон. Он прекрасно смешивается с органическими растворителями (этанолом, метанолом, со сложными эфирами) и с водой.



Ацетон растворяет полистирол, а содержащийся в пенопласте газ высвобождается наружу. Таким способом можно изготавливать клей, который подходит для склеивания резиновых поверхностей.

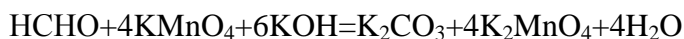
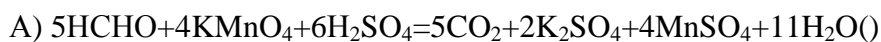
### **б) Окисление стирола $\text{KMnO}_4$ в кислой среде**



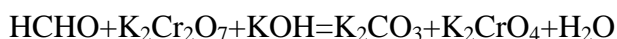
## **4. Реакции окисления формальдегида разными окислителями в различных средах**



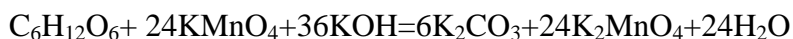
Альдегиды – довольно сильные восстановители, и поэтому легко окисляются различными окислителями, например:  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ . Все реакции идут при нагревании:



Б) Муравьиный альдегид окисляется хромовой смесью до углекислого газа



### 5. Окисление углеводов



### Итог эксперимента:

Среда раствора оказывает значительное влияние на результат окислительно-восстановительной реакции. Перманганат калия  $\text{KMnO}_4$  в разных средах проявляет различные окислительные свойства, при этом сила окислителя увеличивается в кислой среде и он является более сильным окислителем, чем хромат.

## Заключение

В мире ежедневно происходит множество удивительных, прекрасных, а также опасных и пугающих химических явлений. Из многих человек научился извлекать пользу: создает строительные материалы, готовит пищу, заставляет транспорт перемещаться на огромные расстояния и многое другое. Без многих химических явлений не было бы возможным существование жизни на земле: без озонового слоя люди, животные, растения не выжили бы из-за ультрафиолетовых лучей. Без фотосинтеза растений животным и людям нечем было бы дышать, а без химических реакций дыхания этот вопрос вообще не был бы актуальным. Брожение позволяет готовить продукты питания, а сходное с ним химическое явление гниения разлагает белки на более простые соединения и возвращает те в круговорот веществ в природе. В промышленных условиях путем сжигания углеводов (природных газов, метана, ацетилен, скипидара и др.) при ограниченном доступе воздуха или путем их термического разложения получают сажу. Она применяется как наполнитель в производстве резины, для изготовления черных красок и кремов для обуви. При окислении метана, содержащегося в природных газах или образующегося при коксовании каменных углей и переработке нефти, получают формальдегид  $\text{CH}_2\text{O}$  и метанол  $\text{CH}_3\text{OH}$ . Современный способ получения метанола — каталитический синтез из оксида углерода (II) и водорода:  $\text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH}$

В рамках реализации экологической программы на БрАЗе монтируют высокоэффективные газоочистные установки. Газоочистная установка - это своего рода комплекс очистных сооружений, который выполняет множество функций и действий по очистке воздуха. Одними из аппаратов в газоочистных сооружениях являются химические очистители, которые посредством химикатов производят очистительные действия. В них заложен принцип ОВР.

В своей работе я привел основные понятия ОВР, Все ОВР в органике можно условно разделить на 3 группы:

**Полное окисление и горение.** В качестве окислителей используются кислород (другие вещества, подзадерживающие горение, например оксиды азота), концентрированная азотная и серная кислота, можно использовать твердые соли, при нагревании которых выделяется кислород (хлораты, нитраты, перманганаты и т.п.), другие окислители (например, оксид меди (II)). В этих реакциях наблюдается разрушение всех химических связей в органическом веществе. Продуктами окисления органического вещества являются углекислый газ и вода.

**Мягкое окисление.** В этом случае не происходит разрыва углеродной цепи. К мягкому окислению относятся окисление спиртов до альдегидов и кетонов, окисление альдегидов до карбоновых кислот, окисление алкенов до двухатомных спиртов (Реакция Вагнера), окисление ацетилена до оксалата калия, толуола – до бензойной кислоты и т.д. В качестве окислителей в этих случаях используются разбавленные растворы перманганата калия, дихромата калия, азотной кислоты, аммиачный раствор оксида серебра, оксид меди (II), гидроксид меди (II).

**Деструктивное окисление.** Происходит в более жестких условиях, чем мягкое окисление, сопровождается разрывом некоторых углерод-углеродных связей. В качестве окислителей используются более концентрированные растворы перманганата калия, дихромата калия при нагревании. Среда этих реакций может быть кислой, нейтральной и щелочной. От этого будут зависеть продукты реакций.

Если при деструкции оторвался фрагмент, содержащий 1 атом углерода, то он окисляется до углекислого газа (в кислой среде), гидрокарбоната и (или) карбоната (в нейтральной среде), карбоната (в щелочной среде). Все более длинные фрагменты превращаются в кислоты (в кислой среде) и соли этих кислот (в нейтральной и щелочной среде). В некоторых случаях получаются не кислоты, а кетоны (при окислении третичных спиртов, разветвленных радикалов у гомологов бензола, у кетонов, алкенов).

Окислительно-восстановительные процессы являются основой и ряда производств органической химии.

Окисление алканов до карбоновых кислот проводят в промышленном масштабе с использованием катализаторов. В большинстве случаев эти реакции сопровождаются образованием ряда побочных продуктов

**Неполное окисление углеводородов** получило значительное распространение в современном промышленном органическом синтезе. При этом получают спирты, фенолы, альдегиды, кетоны, органические кислоты, ангидриды и эпокисоединения.

**Производство формальдегида.** Получение формальдегида окислением метанола широко распространено в промышленности. Этот технологический процесс изучен и разработан советским ученым Е. И. Орловым.

Формальдегид используется в производстве фенолоформальдегидных, карбамидных, меламиновых и других смол, уротропина, гликолевой кислоты, этиленгликоля, глицерина,

красителей, взрывчатых веществ, фармацевтических препаратов и др. Водный раствор формальдегида - формалин, используется как дезинфицирующее средство.

Окисление олефинов большей частью в промышленной практике проводят для получения окисей олефинов (эпоксидов).

### **Окислительно-восстановительные реакции в организме человека:**

Основными процессами, обеспечивающими жизнедеятельность любого организма, являются О.В.Р. Энергия, выделяемая в ходе этих реакций, расходуется на поддержание гомеостаза и регенерацию клеток организма. Когда обычная питьевая вода проникает в ткани человеческого организма, она отнимает электроны от клеток и тканей, которые состоят из воды на 70-80 %.

### **Выводы:**

- 1) С помощью реакции среды можно изменить направление реакции.
- 2) Изменением всего лишь одного параметра – температуры, можно управлять исходом реакции.
- 3) Надо поддерживать окислительно-восстановительный баланс, чтобы реакции в организме происходили правильно.

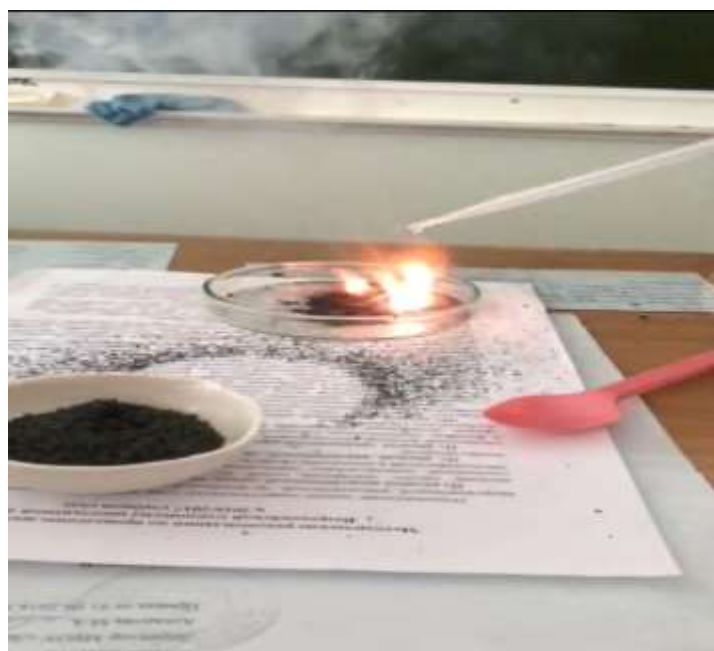
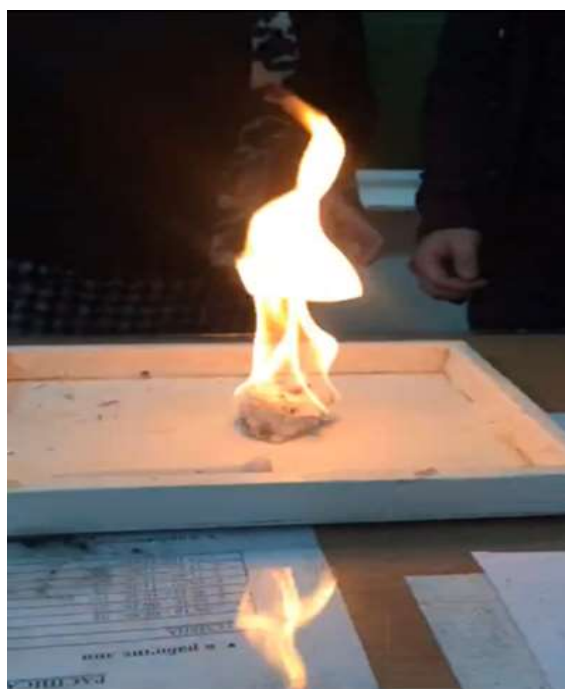
Продолжением моей работы будет дальнейшее исследование ОВР в органической химии, на примере других классов веществ. Результаты моей работы можно будет продемонстрировать на уроках химии.

## Литература

1. Матч Дж. Органическая химия. Реакции, механизмы и структура: В 4т./ Пер. с англ.- М.: Мир, 1987-1988.
2. Карцова А.А, Левкин А. Н. Окислительно-восстановительные реакции в органической химии // Химия в школе. - 2004. - №2. – С.55-61.
3. Хомченко Г.П., Савостьянова К.И. Окислительно-восстановительные реакции: Пособие для учащихся . М.- : Просвещение , 1980.
4. Шарафутдинов В. Окислительно-восстановительные реакции в органической химии // Башкортостан укытыусыһы. - 2002. - №5. – С.79 -81.

## Приложение 1.

### *Проведение эксперимента*





$5C_3H_6O + 8KMnO_4 + 12H_2SO_4 = 5CH_3COOH + 5CO_2 + 8MnSO_4 + 4K_2SO_4 + 17H_2O$  (раствор бурого цвета)

$3C_3H_6O + 4K_2Cr_2O_7 + 16H_2SO_4 = 3CH_3COOH + 3CO_2 + 4K_2SO_4 + 4Cr_2(SO_4)_3 + 19H_2O$  (раствор зеленого цвета)

### Реакции с глицерином



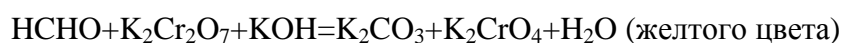
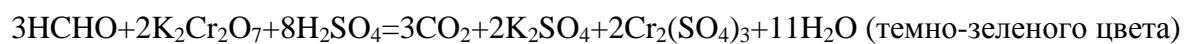
$5C_3H_8O_3 + 14KMnO_4 + 21H_2SO_4 = 15CO_2 + 7K_2SO_4 + 14MnSO_4 + 41H_2O$  (фиолетового цвета),  
реакция протекает энергичнее, с выделением тепла (экзотермическая)

$3C_3H_8O_3 + 7K_2Cr_2O_7 + 28H_2SO_4 = 9CO_2 + 7K_2SO_4 + 7Cr_2(SO_4)_3 + 40H_2O$  (зеленого цвета)

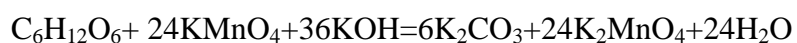
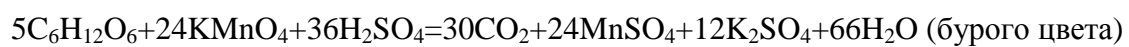
$C_3H_8O_3 + 14KMnO_4 + 20KOH = 3K_2CO_3 + 14K_2MnO_4 + 14H_2O$



### Окисление формальдегида в различных средах



### Реакция глюкозы с различными окислителями





## Реакции со стиролом

А) Окисление стирола  $\text{KMnO}_4$  в кислой среде



Б) Окисление стирола в растворе ацетона



А)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{CO}_2 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$  (стирол самовозгорается и горит ярким пламенем)

Б)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{C}_3\text{H}_6\text{O} = \text{O}_2 + 2\text{C}_7\text{H}_{10}$  (происходит растворение стирола с образованием вязкой жидкости, переходящая в клейкую массу)