

Владимирский государственный университет

В. А. КУЗУРМАН

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ПРИКЛАДНЫХ РАЗДЕЛОВ ХИМИИ**

Учебное пособие

Владимир 2025

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

В. А. КУЗУРМАН

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИКЛАДНЫХ РАЗДЕЛОВ ХИМИИ

Учебное пособие

Электронное издание



Владимир 2025

ISBN 978-5-9984-2289-8

© Кузурман В. А., 2025

УДК 54
ББК 24

Рецензенты:

Кандидат технических наук, доцент
доцент кафедры химических технологий
Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
Е. В. Ермолаева

Кандидат педагогических наук
доцент кафедры естественно-математического образования
Владимирского института развития образования имени Л. И. Новиковой
Е. А. Шабалина

Кузурман, В. А.

Теоретические аспекты прикладных разделов химии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. А. Кузурман ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2025. – 172 с. – ISBN 978-5-9984-2289-8. – Электрон. дан. (2,89 Мб). – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: Intel от 1,3 ГГц ; Windows XP/7/8/10 ; Adobe Reader ; дисковод CD-ROM. – Загл. с титул. экрана.

Представлен основной материал спецкурса «Химия в быту» для студентов химических и нехимических направлений. Излагаются принципиальные вопросы проблем бытовой химии, применения растворителей, моющих и чистящих средств, красителей, лакокрасочных и полимерных материалов. В конце каждой главы приведены вопросы для самоконтроля.

Предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 – Химия очной формы обучения.

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО.

Табл. 7. Ил. 8. Библиогр.: 17 назв.

ISBN 978-5-9984-2289-8

© Кузурман В. А., 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	6
Глава 1. ХИМИЯ В БЫТУ	7
1.1. Роль химии в жизни человека.....	7
1.2. Средства и товары бытовой химии	10
1.2.1. Классификация средств бытовой химии	11
1.2.2. Товары бытовой химии	12
1.3. Химические реакции с участием средств бытовой химии	16
1.3.1. Реакции при стирке и чистке	17
1.3.2. Реакции при приготовлении пищи.....	18
1.3.3. Реакции при уборке и дезинфекции.....	18
1.3.4. Реакции с выделением газа	19
1.3.5. Реакции с участием металлов	19
1.4. Хранение и использование товаров бытовой химии.....	20
1.5. Экологические аспекты безопасного применения	24
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>28</i>
Глава 2. РАСТВОРИТЕЛИ	31
2.1. Классификация растворителей	31
2.2. Свойства растворителей.....	33
2.3. Характеристика отдельных растворителей.....	37
2.3.1. Вода как растворитель.....	37
2.3.2. Спирты как растворители.....	38
2.3.3. Другие виды растворителей.....	42
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>52</i>

Глава 3. МОЮЩИЕ СРЕДСТВА.....	53
3.1. Гидролиз жиров как способ получение мыла	53
3.2. Свойства мыла.....	54
3.3. Эффективность моющего средства.....	57
3.4. Синтетические моющие средства (СМС).....	59
3.4.1. Классификация СМС по назначению	59
3.4.2. Группы поверхностно-активных веществ (ПАВ).....	60
3.4.3. Добавки к моющим средствам	63
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>64</i>
 Глава 4. ОТБЕЛИВАНИЕ И ОКРАШИВАНИЕ ТКАНЕЙ	66
4.1. Классификация отбеливающих средств	66
4.1.1. Хлорсодержащие отбеливатели	66
4.1.2. Кислородсодержащие отбеливающие средства	68
4.1.3. Восстановительные отбеливающие средства	69
4.1.4. Оптические отбеливающие вещества	70
4.2. Виды волокон и тканей	72
4.3. Классификация красителей.....	76
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>82</i>
 Глава 5. ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	84
5.1. Классификация лакокрасочных материалов.....	84
5.2. Основные компоненты красок.....	87
5.2.1. Пигменты	87
5.2.2. Наполнители	90
5.2.3. Пленкообразующие связующие.....	91
5.3. Масляные краски.....	95
5.4. Эмали или лаки.....	97
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>100</i>

Глава 6. ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА И КЛЕИ	102
6.1. История происхождения клеев и вяжущих веществ	102
6.2. Классификация клеев	103
6.3. Компоненты клеев	104
6.4. Основные свойства клеев	105
6.5. Основные виды клеев	107
6.5.1. Природные клеи	107
6.5.2. Синтетические клеи	109
6.6. Основные принципы выбора клеев	117
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>118</i>
 Глава 7. ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	120
7.1. Общие представления о полимерах	120
7.2. Способы получения органических полимеров	121
7.3. Каучуки и синтетические смолы	135
7.3.1. Феноло-формальдегидные смолы	141
7.3.2. Мочевино-формальдегидные смолы.....	146
7.3.3. Эпоксидные смолы	148
7.3.4. Фурановые смолы	151
7.4. Полиамиды и полиэфирсы	152
7.5. Кремнийорганические полимеры.....	155
7.6. Пластические массы	158
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>160</i>
 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	161
 ЗАКЛЮЧЕНИЕ	169
 РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	170

ПРЕДИСЛОВИЕ

Человеку ежедневно приходится сталкиваться с многочисленным количеством химических веществ. Современная жизнь невозможна без химических препаратов и химических материалов.

Применение многочисленных химических препаратов и химических материалов требует от человека определенной культуры обращения с ними. Химические препараты, химические и физико-химические процессы, протекающие в результате применения этих препаратов, характеризуются своей спецификой.

Пособие содержит семь глав, в которых представлено современное интегрированное изложение теоретических основ прикладных разделов химии, правил применения и хранения препаратов бытовой химии.

Первая глава посвящена основным понятиям бытовой химии и роли химических препаратов в жизни людей. *Во второй главе* даны классификация растворителей, процессы, происходящие при растворении веществ, и требования, которые предъявляются к растворителям. *Третья и четвертая главы* посвящены моющим, чистящим, отбеливающим средствам, их химическому составу, а также химической природе волокон, определяющих устойчивость и способность к окрашиванию. Особое внимание уделено механизму действия данных средств. *В пятой главе* представлены основные виды лакокрасочных материалов, их состав и факторы, влияющие на стойкость покрытия. *В шестой главе* рассмотрены основные компоненты и типы клеев, процессы формирования клеевого соединения. *В седьмой главе* подробно изложены общие представления о полимерах, способах их получения и основные особенности каучуков и синтетических смол.

Каждая глава включает контрольные вопросы, позволяющие проверить степень усвоения изложенного материала.

Глава 1. ХИМИЯ В БЫТУ

1.1. Роль химии в жизни человека

Человек сталкивается с химией на каждом шагу: на кухне и в столовой, при ремонте квартиры и стирке белья, умывая руки и работая в саду, в аптеке и в автомобиле. Наша жизнь, наше здоровье, наше настроение тесно связаны с бесчисленными химическими процессами вокруг нас и в нас самих. Человек состоит из сложных биополимеров. Внутри клеток органов, между ними, в крови постоянно циркулируют растворы самых различных соединений. От их соотношения во многом зависит здоровье людей, так же, как и от витаминов, и от ничтожных количеств микроэлементов (Co, Cu, Mn, Sr и др.). Изменение их количественного содержания против необходимого может привести к вредным последствиям, например, появляются малокровие (недостаток меди), ломкость костей, изменения в строении зубов (при повышенной концентрации стронция), пагубное влияние на состояние организма оказывает повышенное содержание марганца. Пища, наряду с жирами, белками и углеводами, должна содержать необходимые микроэлементы, содержащиеся и в корме животных, и в почве, и в воде.

Словом, химия вездесуща! И ее история началась еще в глубокой древности. Металлы, стекло, первые строительные кирпичи – все эти материалы возникли в золе доисторических печей. Однако формирование химии как науки началось лишь в конце XVII века. Все необходимое человеку: пища, одежда, лекарства, краски – изготавливали путем переработки растительного и животного сырья. Долгое время усилия химиков были направлены исключительно на синтез природных веществ. И только с появлением в первой половине XX века синтетических веществ химикам удалось преодолеть этот "природный барьер"[1]. Химия владеет такими силами, которые позволяют далеко превзойти природные образцы. По мере развития химии растут возможности синтеза самых сложных природных веществ. Но еще быстрее растет возможность создания принципиально новых веществ – веществ с необычными свойствами или с комбинацией свойств. Все это делает химию могущественной производительной силой.

Темпы научно-технических разработок в области химии быстро растут во всем мире. Если в середине XIX века на превращение черного варианта процесса электрохимического получения алюминия (1854 г.) в промышленный метод потребовалось 30 лет, то в 50-е г. двадцатого века крупномасштабное производство полиэтилена было создано менее чем за 4 года. Химические предприятия во всех странах в настоящее время выпускают больше половины продукции, которой 20 лет назад вообще не было.

Однако разработка новых химических продуктов требует больших материальных затрат. Но польза химических изделий для общества окупает все издержки на научную разработку и внедрение их в промышленность. Несомненно, что сейчас химия стоит на путях, которые ведут в будущее. Но ее успешное продвижение вперед тесно связано с другими отраслями народного хозяйства [2].

Химические продукты и процессы применяются во многих отраслях материального производства: стекла, керамики, металлургии, целлюлозно-бумажной промышленности; в производстве строительных материалов, пищевой промышленности, которые имеют в своей основе химические превращения веществ. Даже такие физические явления, как радио, телевидение, магнитная запись и луч лазера, были реализованы только благодаря созданию новых химических веществ и материалов.

Во многих случаях границы между химической промышленностью и родственными областями все более стираются. Исключительно сложное переплетение химической промышленности почти со всеми отраслями народного хозяйства – отличительный признак современной химии. Отсюда вводится понятие "химизация" – отличительная черта научно-технического прогресса. Она заключается во всемерном развитии современных видов химических производств, внедрении химических средств, веществ, методов и технологических приемов во все отрасли народного хозяйства: здравоохранение, сельское хозяйство и т.д. Химизация имеет целью также наиболее полное, комплексное, рациональное и экономное использование веществ и энергии, обеспечиваемое химическими методами.

Между отдельными странами имеются существенные различия в скорости прироста химической промышленности. Наряду со странами, в которых химическое производство успешно развивается, су-

ществуют государства, химический потенциал которых либо равен нулю, либо лишь немного выше нуля. По химической мощности можно выделить страны: США, Китай, Россию, Великобританию, Германию, Францию Японию и Южную Корею.

На современном этапе химическая промышленность активно развивает инновационные технологии, направленные на создание экологически безопасных и эффективных продуктов для быта. В связи с этим важным становится не только осознание роли химии в нашей жизни, но и умение применять эти знания на практике. Чистящие и моющие средства, средства по уходу за здоровьем и красотой, продукты питания – все они являются результатом применения химических технологий [3].

В настоящее время технологии производства бытовой химии совершенствуются и обновляются, что позволяет предприятиям – производителям выпускать существующую продукцию с новыми свойствами и улучшенными качествами. Так же это позволяет производителям выпускать на рынок бытовой химии абсолютно новые товары, в которых нуждаются потребители.

Каждый человек прекрасно понимает, что бытовая химия – это неотъемлемый элемент нашей жизни. Будь то парфюмерия, стиральные порошки или другие средства, всё это имеет одинаковую важность в жизни человека. Поддерживать чистоту и уют в доме нам помогают моющие средства, сохранять красоту – парфюмерия и косметика, а детские крема и шампуни защитят ребёнка от всех бактерий и предупредят болезни. Многие бытовые процессы и предметы, с которыми ежедневно взаимодействуем, имеют непосредственное отношение к химии. Например, средства для стирки и уборки, продукты питания, косметика, медикаменты, а также технологии, используемые в быту, все они не только облегчают нашу жизнь, но и дают возможность решать повседневные задачи с максимальной эффективностью. Знания о химии помогают правильно выбирать и использовать различные химические препараты, предотвращать возможные риски для здоровья и окружающей среды, а также позволяют принимать более осознанные решения.

1.2. Средства и товары бытовой химии

Вклад химии в удовлетворение основных потребностей людей и повышение жизненного уровня в последние десятилетия был весьма велик. Все сферы жизни и деятельности людей, их здоровье, питание, одежда, жилище и быт тесным образом связаны с химической продукцией. Изделия химической промышленности вездесущи: вы их встретите в каждом домашнем хозяйстве. Средний горожанин использует в повседневной жизни не менее 300 – 500 видов химических продуктов, из них около 60 – в виде текстильных изделий, примерно 200 - в быту, примерно 50 – медикаментов, столько же - продуктов питания и средств для приготовления пищи. А всего для всех целей материального производства и удовлетворения потребностей людей имеется не менее 1 млн веществ, выпускаемых химической промышленностью. В настоящее время ассортимент отечественных препаратов бытовой химии составляет почти 800 наименований, а годовой их выпуск характеризуется миллионами тонн [4].

Особое внимание обращено на расширение (увеличение) выпуска жидких синтетических моющих средств (СМС), обеспечивающих стирку белья при более низких температурах (40 – 50 °С), содержащих ферменты, после стирки которыми дополнительного отбеливания не требуется. Все более острой становится проблема замены вводимых в состав моющих средств фосфатов на другие вещества. Это диктуется требованиями защиты окружающей среды, а также экономическими соображениями. В качестве заменителей применяют карбонаты, алюмосиликаты.

Расширяется выпуск препаратов для придания изделиям грязеотталкивающих, антистатических, гидрофобных свойств, несминаемости. Вместо снятых с производства пятновыводящих препаратов на основе хлорированных углеводородов будут выпускать новые менее токсичные препараты, уменьшится выпуск абразивных чистящих средств и увеличится выпуск жидких средств универсального назначения.

Неуклонно растут потребности автомобильной промышленности – в средствах "автохимии". Уже сегодня в ассортименте существуют средства, уменьшающие расход топлива, средства для ремонта

выхлопной системы, для быстрого ремонта шин, препараты автокосметики, солнцезащитные препараты.

Много сложных задач решают химики в области клеев и герметиков. Расширяется ассортимент качественных клеев. Значительное внимание уделяется замене клеев на органических растворителях клеями на водной основе вследствие малой токсичности, большей дешевизны последних [5].

Совершенствуется ассортимент средств для борьбы с бытовыми насекомыми. Исследования ученых последних лет привели к созданию новых средств, более эффективных, практически безвредных для человека.

Интенсивно развивается производство лакокрасочной продукции для населения, ведутся работы по синтезу новых лакокрасочных материалов, совершенствуются методы нанесения, создаются материалы, не содержащие токсичные и горючие органические растворители – водорастворимые, водоразбавляемые и порошковые.

1.2.1. Классификация средств бытовой химии

Ассортимент бытовой химии (средств товаров и продуктов), в первую очередь предназначенных для облегчения повседневных домашних работ, с каждым годом расширяется. Их популярность у населения неуклонно возрастает, а сами эти средства находят все новые и иногда совершенно неожиданные области применения. Эти товары классифицируют по назначению:

- моющие средства,
- чистящие средства,
- дезинфицирующие средства,
- средства для ухода за мебелью и полом,
- для борьбы с бытовыми насекомыми и защиты растений,
- средства для отбеливания и подсинивания,
- клеи и вяжущие вещества,
- лакокрасочные и др.

Все эти товары отличаются по своему химическому составу и степени опасности, которую могут представлять для людей [6].

По агрегатному состоянию средства бытовой химии делятся на:

- жидкие – суспензии (жидкость + твердое вещество), эмульсии (смесь 2-х или более нерастворимых жидкостей);
- твердые – порошковые, гранулируемые и таблетированные;
- пастообразные и помадообразные препараты.

По концентрации основного вещества они подразделяются на готовые к применению и концентраты, которые перед употреблением надо растворять или разводить в воде или других растворителях.

Различают средства разового (удаление накипи) и многократного использования (в аэрозольной упаковке). Различают препараты универсальные (СМС для стирки тканей любых видов), широкого диапазона применения (СМС – для шерсти, шелка, синтетических тканей), узкого целевого назначения и многоцелевого назначения (дихлор – для отбеливания, дезинфекции и удаления пятен).

1.2.2. Товары бытовой химии

К товарам бытовой химии относят клеи, абразивные изделия, лакокрасочные товары, моющие средства, средства для чистки и по уходу за изделиями из кожи, осветительные и смазочные материалы, удобрения минеральные, химические средства защиты растений, средства для борьбы с бытовыми насекомыми и грызунами, дезинфицирующие средства, инструменты для малярных работ и др.

Клеящие материалы подразделяют:

- по назначению (одноцелевые и универсальные);
- по консистенции (твердые, жидкие, порошкообразные);
- по способу сушки (холодного и горячего отвердевания);
- по характеру склеивания (обратимые, необратимые);
- по природе клеящего материала (растительного, животного, минерального происхождения, синтетические).

Клеи растительного происхождения это смесь декстрина и крахмала с добавлением медного купороса и антисептика.

Клеи животного происхождения – мездровый клей, костный и казеиновый. Казеиновый клей представляет собой смесь казеина (белок обезжиренного молока), гашеной извести, соды, медного купороса и других компонентов.

Клеи минерального происхождения, т.е. водный раствор силикатов натрия и калия (жидкое стекло) используются в качестве канцелярского клея.

Клеи синтетические получают растворением термопластичных и термореактивных смол в органических растворителях. Синтетические клеи универсальны, обладают высокой клеящей способностью, водостойкостью и устойчивостью к действию микроорганизмов.

Абразивные изделия применяют для шлифования и полирования поверхностей разных материалов, а также для правки и заточки инструментов. Абразивные изделия классифицируют по применяемому материалу:

- искусственные абразивные материалы (карбид кремния, техническое стекло дробленое и просеянное и др.),
- синтетические материалы (синтетические кристаллы алмаза, получаемые из графита с никелем),
- природные абразивные материалы (пемза, наждак, кварц).

Абразивные материалы различают по твердости по минералогической шкале (шкала Мооса). Шкала состоит из 10 минералов: самый твердый – алмаз (10 баллов), самый мягкий – тальк (1 балл).

По зернистости различают абразивные материалы крупнозернистые, шлифпорошки и микропорошки. Абразивные материалы закрепляют на жесткой или гибкой основе. Абразивные материалы выпускают в виде кругов, брусков, шлифовальных шкурок и паст.

Лакокрасочные товары – это олифы, красочные составы, лаки, эмали, пигменты и вспомогательные материалы – шпатлевки, грунтовки, замазки, сиккативы, растворители и др.

Лакокрасочные товары при высыхании образуют пленки, которые защищают поверхности от воздействий окружающей среды и улучшают их эстетические свойства.

Сырьем для производства лакокрасочных товаров являются продукты переработки нефти, каменного угля и газов.

Олифы – пленкообразующие и связующие материалы на основе природных и синтетических масел. Олифы подразделяются по сырью на натуральные, полунатуральные и искусственные.

Лаки – это растворы пленкообразующих веществ в органических растворителях. При высыхании лаки образуют прозрачные,

твердые, блестящие пленки. Пленкообразующим веществом в лаках служат синтетические и естественные смолы, олифы, битумы.

В качестве растворителей применяют спирт, ацетон, скипидар; разбавители уайт-спирит и бензол. Лаки выпускают в широком ассортименте различные по природе пленкообразующего вещества, по назначению, по цвету, по условиям применения.

Пигменты, или сухие краски это органические или минеральные красящие вещества, не растворимые в воде, в маслах, в лаках. Основные свойства пигментов: цвет, укрывистость (кроющая способность), красящая способность (интенсивность), светостойкость, маслосмолосодержательность, дисперсность (степень измельчения частиц), токсичность, химическая устойчивость. Пигменты бывают ахроматические (белые, черные, серые) и хроматические (желтые, красные, синие, коричневые, зеленые).

Масляные краски представляют собой перетертую смесь пигментов, олифы, наполнителей. Большинство масляных красок высыхает не позднее чем через 24 ч. Масляные краски различают по назначению (для внутренних и наружных работ), по виду связующего вещества, по цвету, по консистенции (густотертые и жидкотертые, которые готовы к употреблению).

Эмалевые краски получают растиранием пигментов или их смеси с наполнителями пластификаторов в лаках. Эмали подразделяют по виду применяемого лака:

- масляные,
- глифталевые,
- пентафталевые,
- нитроэмали и др.).

Водные краски представляют собой суспензии пигментов в водных растворах связующих веществ. Водные краски подразделяют по виду связующего вещества на клеевые, казеиновые, силикатные, известковые.

Вспомогательные лакокрасочные материалы включают:

- сиккативы – вещества, которые добавляют в состав маслосодержащих лакокрасочных материалов для ускорения высыхания;
- растворители, разбавители – ацетон, уайт-спирит, скипидар, разбавители для масляных красок и др;

- материалы для отделочных работ – грунтовки, шпатлевки, замазки.

Моющие средства подразделяют на мыло хозяйственное и туалетное, синтетические моющие средства, вспомогательные средства для стирки.

Хозяйственное мыло – натриевые соли жирных кислот, часто с добавками других веществ, обладающие моющим действием.

Основное сырье для производства хозяйственного мыла – это продукты переработки жиров. Хозяйственное мыло классифицируют по содержанию жирных кислот (72, 70 и 65 %), наиболее высококачественное 72 %.

Синтетические моющие средства (СМС) содержат от 20 до 40 % поверхностно-активных веществ, а также другие полезные добавки (оптические отбеливатели, антистатики, дезинфицирующие вещества, различные биодобавки для удаления белковых загрязнений и др.)[7].

Особенность порошков с биодобавками заключается в том, что их можно использовать при температуре до 60°C, при pH от 7.

СМС классифицируют по консистенции:

- порошкообразные,
- жидкие,
- пасты;

СМС классифицируют по назначению

- для изделий из хлопка и льна,
- для изделий из шерсти и шелка,
- для искусственных и синтетических волокон,
- универсальные.

Универсальные СМС пригодны для стирки тканей всех видов, содержат ПАВ до 10 %, водородный показатель – pH 9,5, в них обычно добавляют оптический отбеливатель.

К вспомогательным средствам для стирки относят отбеливающие, подсинивающие, антистатики, средства для подкрахмаливания и водосмягчающие средства.

Средства для чистки классифицируют по назначению:

- для чистки кухонной посуды, ванн, раковин, плиток керамических;
- для удаления пятен и чистки одежды;
- для ухода за мебелью;

- для ухода за автомобилями, велосипедами, мотоциклами;
- средства для ухода за полами.

Ассортимент средств представляет обширную группу товаров, их также можно подразделить на абразивные и безабразивные. Кроме поверхностно-активных веществ, в состав средств для чистки входят щелочные соли, растворители, дезинфицирующие средства. По консистенции чистящие средства бывают порошкообразными, в виде паст и жидкие.

Минеральные удобрения служат для увеличения роста растений и урожайности. Основные химические элементы, входящие в состав удобрений – азот, калий, фосфор. Минеральные удобрения выпускаются однокомпонентные и смешанные комплексные; обыкновенные и концентрированные; жидкие, гранулированные и порошкообразные. Кроме минеральных существуют органические и бактериальные удобрения (торф, азотобактерин и др.).

Микроудобрения – химические элементы (марганец, бор, медь, цинк и др.), необходимые растениям в небольшом количестве.

Инсектициды – средства для борьбы с вредителями, к которым относят энтобактерин, децис, карате и др.

Гербициды – средства для борьбы с сорными растениями. К ним относят раундап, ленацил и др.

Средства для борьбы с бытовыми насекомыми, грызунами служат для уничтожения тараканов, летающих насекомых, моли, мебельного жука-точильщика, мышей и крыс, к ним относят – боракс, бура, дихлофос, древотокс, зоокумарин.

Дезинфицирующие средства – это монохлорамин, хлорная известь, жидкость «Белизна» и др.

Дезодоранты – это средства для очистки и освежения воздуха в жилых и общественных помещениях. Выпускают в виде таблеток, в аэрозолях.

1.3. Химические реакции с участием средств бытовой химии

Химия в быту – это не просто область науки, а важная часть нашей повседневной жизни, которая способствует созданию более комфортных условий для жизни и работы, обеспечению гигиены и безопасности, а также рациональному использованию ресурсов. Важ-

но понимать, как различные химические вещества взаимодействуют между собой и как их можно использовать для достижения нужного результата без вреда для здоровья и окружающей среды.

Химия в быту проявляется через множество процессов, которые зачастую происходят незаметно для нас. В нашей повседневной жизни часто сталкиваемся с химическими реакциями, которые происходят при стирке, уборке, приготовлении пищи и даже в нашем организме. Эти реакции могут быть как простыми, так и сложными, и их понимание помогает правильно использовать различные бытовые химические средства и избегать потенциальных рисков. Рассмотрим несколько видов химических реакций, которые встречаются в быту.

1.3.1. Реакции при стирке и чистке

Одним из самых распространенных процессов в быту являются химические реакции, происходящие во время стирки одежды и уборки. Стиральные порошки, моющие средства и пятновыводители содержат активные химические вещества, которые вступают в реакции с загрязнениями и поверхностями.

Гидролиз – это процесс, при котором вода разлагает загрязнения на молекулы, что способствует их удалению с ткани. В стиральных порошках часто содержатся энзимы, которые расщепляют жиры и белковые вещества (например, белки крови или молока).

Реакции окисления происходят в некоторых порошках и отбеливателях для стирки, таких как хлорсодержащие средства. В этом процессе атомы кислорода присоединяются к молекулам загрязняющих веществ, разлагая их и делая легче удаляемыми из ткани.

Моющее действие с использованием анионных и неионогенных поверхностно-активных веществ (ПАВ), таких как сульфаты и силикаты, проявляется в способности снижать поверхностное натяжение воды, что позволяет воде проникать в более глубокие слои ткани и удалять загрязнения. Эти вещества обладают амфипатической структурой (имеют как гидрофильную, так и гидрофобную часть), что позволяет им связывать молекулы жира и воды и эффективно удалять жирные загрязнения.

1.3.2. Реакции при приготовлении пищи

Химия играет ключевую роль в процессе приготовления пищи. Взаимодействие между различными компонентами пищи и химические реакции, происходящие при этом, определяют вкус, текстуру и питательные свойства продуктов.

Карамелизация сахара – это процесс, при котором сахар при нагревании разлагается, образуя карамель. Сахар (сахароза) теряет молекулы воды, превращаясь в различные соединения, придающие продуктам характерный темно-коричневый цвет и карамельный вкус.

Ферментация – это биохимическая реакция, в которой микроорганизмы (дрожжи, бактерии) превращают углеводы (например, сахар) в спирты или кислоты. Примером такого процесса является брожение теста, когда дрожжи выделяют углекислый газ и спирт, что приводит к увеличению объема теста и изменению его структуры.

Денатурация белка – изменение структуры белковых молекул, которые подвергается тепловой обработке. Это важно для приготовления мяса, рыбы, яиц и других продуктов, где под воздействием тепла белки коагулируются, что приводит к изменению текстуры пищи.

1.3.3. Реакции при уборке и дезинфекции

Процесс уборки и дезинфекции часто включает химические реакции, направленные на разрушение загрязнений и уничтожение микробов. Моющее средство или дезинфектант вступают в реакции с поверхностями, загрязнениями и микроорганизмами, эффективно удаляя их.

Окислительно-восстановительные реакции протекают с моющими средствами и отбеливателями, содержащими хлор или кислородсодержащие соединения, разрушая молекулы загрязнения. Например, отбеливатель на основе гипохлорита натрия (NaOCl) окисляет органические загрязнения, такие как жиры, белки и цветовые пигменты, разрушая их.

Дезинфекция с помощью хлора происходит при помощи хлорсодержащих средств, которые убивают микробы и вирусы, вступая в реакцию с клеточной мембраной микроорганизмов. Хлор разрушает

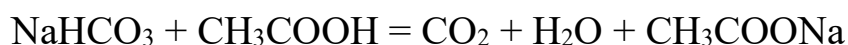
структуру клеточных стенок, что приводит к гибели бактерий и вирусов.

Кислотные реакции происходят при чистке сантехники и удалении накипи с использованием уксусной, лимонной и других органических кислот. Эти вещества вступают в реакцию с кальциевыми отложениями, которые являются частью накипи, растворяют их и эффективно очищают поверхности.

1.3.4. Реакции с выделением газа

Некоторые химические реакции в быту приводят к образованию газов, что используется в различных бытовых процессах.

Реакция между содой и уксусом происходит при смешивании бикарбоната натрия (пищевой соды) с уксусной кислотой (уксусом). В результате реакции образуется углекислый газ, вода и ацетат натрия:



Этот процесс часто используется для чистки, так как углекислый газ помогает разрушать загрязнения, а пена помогает удалять грязь с поверхностей.

Образование углекислого газа происходит в процессе брожения, который отвечает за подъем теста в хлебопечении.

1.3.5. Реакции с участием металлов

Металлы и их соединения активно используются в быту, и химические реакции с их участием имеют большое значение.

Реакция металлов с кислородом, то есть окисление металлов, например, железа, является распространенным процессом в быту. При длительном воздействии влаги и кислорода в воздухе железо ржавеет, образуя оксид железа (ржавчину), что приводит к порче металлических предметов.

Понимание этих процессов помогает более эффективно использовать химические средства и безопасно управлять химическими реакциями, происходящими в жизни. Знание основ химии способствует

не только улучшению качества жизни, но и позволяет избежать возможных рисков для здоровья и окружающей среды.

1.4. Хранение и использование товаров бытовой химии

Необходимо помнить, что любой химический препарат действует эффективно только в определенных условиях, указанных на упаковке или в инструкции. Средства бытовой химии различают по упаковке. Упаковку подбирают, учитывая химический состав, агрегатное состояние, срок хранения. Наиболее удобны товары в аэрозольных баллонах. Удачны и упаковки в виде пластмассовых флаконов, банок, фляг, канистр, пакетов из полиэтилена, бумаги, картона, фольги и т.д.

Упаковку нужно стараться использовать повторно либо отправлять на переработку, либо она должна разрушаться в земле, на воздухе, не выделяя токсичных продуктов. Такую задачу решают ученые, разрабатывая и внедряя методы вторичной переработки сырья: железа, цветных металлов, пластмасс. Это не только уменьшит загрязнение окружающей среды, но и повысит экономику производства [8].

Товары бытовой химии имеют и разные сроки хранения, которые необходимо учитывать. Препараты с истекшим сроком хранения использовать нельзя (в особенности жидкие, открытые). Бензин, ацетон, сода не портятся при хранении, их можно использовать длительное время. Препараты с истекшим сроком хранения использовать нельзя, потому что возникают проблемы техники безопасности. Все товары бытовой химии рассчитаны на полную безопасность при правильном использовании; они поступают в продажу только после тщательной токсикологической и гигиенической оценки.

По степени опасности для человека средства бытовой химии можно условно разделить на четыре группы:

- безопасные – средства на их упаковке которых, отсутствуют предупредительные надписи (синтетические моющие, подсинивающие, подкрахмаливающие и чистящие средства, минеральные удобрения, школьно-письменные товары);
- относительно безопасные – средства с предупредительными надписями, например «Бережь от попадания в глаза», и др. (дезинфицирующие средства);

- огнеопасные – средства с надписями «Огнеопасно», «Не распылять вблизи открытого огня» и др. (препараты в аэрозольной упаковке, растворители, жидкие средства защиты растений и борьбы с бытовыми насекомыми и пр.);

- ядовитые – средства, которые маркируются надписями «Яд», «Ядовитое» (средства борьбы с насекомыми и грызунами – фосфорорганические нервные яды, химические средства защиты растений, пятновыводители, средства автокосметики и пр.).

Несмотря на очевидную пользу, химические вещества могут представлять опасность для здоровья и безопасности при неправильном использовании. Поэтому знание принципов безопасного обращения с бытовой химией критически важно для предотвращения несчастных случаев и защиты здоровья [9].

Опасности, связанные с бытовой химией

Многие химические вещества, используемые в быту, могут быть токсичными, раздражающими или даже опасными при неправильном использовании. Наиболее распространенные виды опасности, связанные с химией в быту, включают:

- *токсичность*, то есть некоторые химические вещества могут быть ядовитыми при проглатывании, вдыхании или попадании на кожу. К ним относятся, например, многие чистящие и моющие средства, а также растворители, пестициды и средства для дезинфекции;

- *коррозийное воздействие* некоторых химических веществ. Такие кислоты, как уксусная или соляная, могут вызывать ожоги и повреждения тканей при прямом контакте. В кислотах могут корродировать металлы и другие материалы;

- *раздражение кожи и дыхательных путей* вызывает аммиак, хлор, а также многие синтетические моющие средства при попадании паров в организм;

- *воспламеняемость и взрывчатость* некоторых химических веществ. Растворители (например, ацетон, уайт-спирит), являются воспламеняющимися и могут быть опасными при неправильном хранении и использовании;

- *аллергические реакции* вызывают компоненты моющих и косметических средств, такие как ароматизаторы, красители или консерванты, у людей с повышенной чувствительностью.

Чтобы минимизировать риски, связанные с бытовой химией, необходимо соблюдать несколько простых, но *важных правил*:

- хранить в недоступных для детей и домашних животных местах. Множество бытовых химикатов обладают токсичностью, и даже небольшие дозы могут быть опасны для детей и животных. Для хранения необходимо использовать шкафы с замками или специальные полки, недоступные для детей;

- не смешивать химические средства. Некоторые вещества, например, хлорсодержащие отбеливатели и аммиак, могут вступать в опасные реакции, приводящие к образованию токсичных газов, таких как хлорамин. Смесь этих химикатов может вызвать удушье и серьезные отравления, поэтому следует строго соблюдать инструкции по применению и не смешивать разные моющие и чистящие средства;

- хранить в оригинальной упаковке. Для безопасного хранения химических веществ важно оставлять их в оригинальных контейнерах с ярлыками, где указаны рекомендации по безопасному использованию и возможные опасности. Переливание химикатов в другие контейнеры может привести к путанице и опасным последствиям.

- соблюдать инструкции при использовании любых химических веществ, указанных на упаковке. В них приведены дозировки, способы применения, а также меры предосторожности, которые помогут избежать рисков;

- использовать средства в хорошо проветриваемых помещениях. Многие химические вещества выделяют токсичные пары, которые могут раздражать дыхательные пути. Обеспечение хорошей вентиляции при использовании таких средств, как чистящие и дезинфицирующие, поможет снизить риски;

- использовать средства защиты при использовании агрессивных химических веществ, таких как концентрированные кислоты или щелочи. В некоторых случаях рекомендуется носить защитные перчатки, очки или маску, чтобы избежать контакта с кожей, глазами и дыхательными путями;

- не оставлять химические вещества без присмотра, особенно если они используются вблизи детей или домашних животных. Также следует избегать их использования в помещениях, где могут находиться младенцы или люди с хроническими заболеваниями дыхательных путей.

Сами правила техники безопасности при хранении и применении препаратов бытовой химии просты:

- 1) применять по назначению;
- 2) применять только купленные в магазине и с этикеткой;
- 3) хранить в недоступных для детей местах;
- 4) хранить отдельно от пищевых продуктов;
- 5) при работе с пожароопасными не зажигать газовые горелки, не курить;
- 6) надевать резиновые перчатки, очки, если химические вещества агрессивны;
- 7) переливать с помощью воронки, сыпучие – ложкой, все потом вымыть и хранить их вместе с химическими веществами;
- 8) не наклоняться над сосудами с химическими препаратами, не нюхать их;
- 9) серную кислоту лить в воду при разбавлении (разогрев);
- 10) горючие жидкости не вливать в обычную толстостенную стеклянную посуду;
- 11) все работы с ядохимикатами в саду выполнять в спецодежде, резиновых перчатках, очках, респираторах;
- 12) не выливать неиспользованные ядохимикаты в раковину, пруд, реку, а закопать в землю в отдаленном от жилья месте;
- 13) убрать пищевые продукты, животных, птиц, аквариумы до обработки ядохимикатами помещения, после обработки тщательно вымыть руки, закрыть окна и двери, после нескольких часов проветрить, поверхности столов вымыть с мылом;
- 14) не хранить пищевые продукты в посуде, освободившейся от препаратов;
- 15) некоторые химические вещества не хранить вместе, если они несовместимы:
 - а) кислоты – с кальцинированной и пищевой содой, щелочами, известью;
 - б) нашатырный спирт и хлористый аммоний – с йодом и формалином;
 - в) перманганат калия – со спиртами, глицерином, серой, йодом, углем, нашатырным спиртом, хлористым аммонием (NH_4Cl);
 - г) сера – с перманганатом калия (KMnO_4) и известью;

д) хлорную известь не мешать со скипидаром, жирами, глицерином, нашатырным спиртом, хлористым аммонием, органическими растворителями;

16) соблюдать меры предосторожности при пользовании аэрозольными баллончиками. Большинство жидких смесей в баллончиках горючи, не ставить их вблизи источников тепла, не вскрывать, не выкидывать на улицу, не курить при работе;

17) не хранить вещества без этикеток (приклеить сразу же, если они отклеились).

1.5. Экологические аспекты безопасного применения

Использование бытовой химии влияет не только на здоровье человека, но и на экологическую обстановку. Многие химические вещества могут попадать в сточные воды и загрязнять водоемы. Для минимизации экологического ущерба рекомендуется использовать биоразлагаемые моющие средства и химические препараты с низким уровнем токсичности.

В последние годы наблюдается тенденция на использования экологически чистых и натуральных средств для уборки и ухода. Уксус, сода, лимонная кислота – это безопасные и экологически чистые вещества, которые могут заменить синтетические моющие и чистящие средства.

Некоторые химические средства требуют особенно внимательного обращения:

- средства для чистки и дезинфекции (отбеливатели, средства с хлором, аммиак) могут вызывать раздражение дыхательных путей и кожи, а также токсичны при проглатывании. Использование таких средств требует соблюдения всех рекомендаций на упаковке и обеспечения хорошей вентиляции в помещении;

- растворители и аэрозоли, такие как ацетон, спирты и другие могут быть токсичными при вдыхании. Аэрозоли, такие как дезодоранты, освежители воздуха и краски, могут содержать летучие органические соединения (ЛОС), которые опасны для здоровья при длительном вдыхании;

- пестициды и инсектициды – это средства для борьбы с насекомыми и грызунами, такие как отравленные приманки и аэрозоли, мо-

гут быть опасными как для человека, так и для домашних животных. Они требуют строгого соблюдения инструкций и использования средств защиты при применении.

Использование химических средств в быту значительно улучшает качество жизни, однако не стоит забывать о том, что многие из этих средств имеют отрицательное воздействие на экологию. Моющие средства, чистящие препараты, косметика и пестициды, нередко содержат вещества, которые оказывают вредное воздействие на окружающую среду, загрязняя воду, воздух и почву. С учетом растущего внимания к экологическим проблемам, возникает необходимость в поиске альтернативных, более безопасных для природы и человека решений.

Многие химические вещества, которые используются в повседневной жизни, оказывают долговременное воздействие на природу. Эти вещества могут попадать в водоемы, почву и атмосферу, что ведет к загрязнению окружающей среды, а также ухудшению здоровья людей и животных. Рассмотрим основные экологические проблемы, связанные с использованием бытовой химии:

Загрязнение водоемов

Одной из наиболее серьезных экологических проблем является загрязнение водоемов химическими веществами, которые попадают в сточные воды. Моющие средства, химикаты для стирки и уборки содержат вещества, такие как фосфаты, синтетические ПАВ (поверхностно-активные вещества), хлор, а также другие токсичные компоненты, которые не всегда полностью разлагаются в водоемах. Эти вещества могут приводить к эвтрофикации, то есть процессу, при котором избыточные питательные вещества (например, фосфаты и нитраты) способствуют бурному росту водорослей, что приводит к дефициту кислорода в воде и гибели рыбы и других водных организмов.

Накопление токсичных веществ в организмах рыб и других животных приводит к биологической токсикации и нарушению экосистем. Это также может сказаться на безопасности пищи для человека.

Загрязнение воздуха

Некоторые бытовые химические средства, такие как аэрозоли, лаки, краски, освежители воздуха, а также средства для чистки и дезинфекции, содержат летучие органические соединения (ЛОС), которые при попадании в атмосферу могут:

- способствовать образованию озоновых загрязнений, т.е. при взаимодействии с солнечным светом и другими химическими веществами ЛОС могут превращаться в озон, который является основным компонентом смога и загрязняет воздух, вызывая проблемы с дыхательной системой у людей;

- повышать уровень загрязнения в помещениях, т.е. многие химические аэрозоли и бытовые дезодоранты выделяют вредные пары, которые ухудшают качество воздуха в домах, особенно в плохо проветриваемых помещениях.

Загрязнение почвы и загрязнение пластиком

Продукты бытовой химии, такие как синтетические моющие средства, пластик и упаковка, часто не поддаются разложению в природе. Микрочастицы пластика и химические остатки могут попадать в почву и быть поглощены растениями, что приводит к накоплению вредных веществ в пищевой цепочке.

Одним из главных источников загрязнения является пластиковая упаковка, в которой выпускаются многие химические препараты. Пластик долго разлагается в природе, и его остатки могут загрязнять почву, водоемы и пищевые цепочки.

Некоторые химические вещества, такие как фосфаты или синтетические красители, могут попадать в почву и изменять её химический состав, ухудшая плодородие и замедляя рост растений.

На фоне растущих экологических проблем, связанных с использованием химии в быту, появляется все больше альтернатив, которые не только безопасны для окружающей среды, но и более щадящие для здоровья человека [10]. Рассмотрим основные альтернативы традиционным химическим средствам в быту:

- существует множество биоразлагаемых и экологически чистых моющих средств, которые не содержат фосфатов, синтетических ПАВ, хлорсодержащих соединений и других токсичных компонентов. Эти средства разлагаются в природе без ущерба для водоемов и почвы;

- моющее средства на основе натуральных компонентов, состав которых может включать экстракты растений, мыла, лимонной кислоты, соду или уксус эффективно очищают поверхности, не загрязняя при этом окружающую среду;

- средства для стирки на основе растительных ингредиентов с низким содержанием фосфатов, без хлора и других химикатов становятся все более популярными. Они не только безопасны для природы, но и для человека, так как реже вызывают аллергию и раздражение кожи.

Использование натуральных очищающих средств

Многие обычные продукты, доступные в каждом доме, могут быть использованы в качестве эффективных и безопасных чистящих средств.

Сода (бикарбонат натрия) — это универсальное чистящее средство используется для удаления загрязнений с различных поверхностей, удаления запахов и даже для стирки одежды. Сода не токсична, биоразлагаема и безопасна для здоровья.

Лимонная и уксусная кислота являются отличными натуральными средствами для удаления налета, отложения кальция и борьбы с запахами. Уксус также эффективен для чистки стекол, зеркал и бытовых приборов.

Цитрусовые экстракты и масла обладают антисептическими свойствами и часто используются в натуральных моющих и дезинфицирующих средствах. Экстракты цитрусовых — это безопасная альтернатива агрессивным химическим чистящим средствам.

Снижение потребления химикатов и использование устойчивых материалов также является важным шагом к уменьшению загрязнения окружающей среды.

Множество брендов бытовой химии предлагают товары с упаковкой из переработанных материалов или с минимальным использованием пластика. Это помогает сократить количество отходов, которые попадают в природу.

Использование многоразовых упаковок, таких как стеклянные бутылки или тканевые мешки для стирки, помогает сократить использование одноразового пластика и других загрязняющих материалов.

Вместо синтетических пестицидов и удобрений, которые могут загрязнять почву и воду, можно использовать органические альтернативы.

Органические пестициды — это средства на основе растительных экстрактов, например, экстракты чеснока, перца, табака или неродные

масла, которые могут эффективно бороться с вредителями, не нанося ущерба экосистеме.

Вместо химических удобрений можно использовать компост, который обогащает почву полезными микроорганизмами и питательными веществами, не загрязняя окружающую среду.

Проблемы, связанные с использованием бытовой химии, требуют поиска устойчивых решений и перехода на более экологически чистые альтернативы. Заменив синтетические химические средства на натуральные компоненты, применяя биоразлагаемые средства и используя подходы устойчивого потребления, можем значительно снизить негативное воздействие на природу. Экологически чистая химия и разумный подход к потреблению помогают сделать быт не только безопасным, но и экологически ответственным.

Химия – наш добрый друг и помощник в быту, но пользоваться средствами бытовой химии надо аккуратно и экономно. Следует защищать окружающую природу, сохранять ее для себя и для потомков.

Вопросы для самоконтроля

1. Каков ассортимент современной бытовой химии?
2. Роль бытовой химии сегодня.
3. Привести примеры препаратов бытовой химии.
4. Какая техника безопасности должна соблюдаться при применении бытовой химии?
5. Дать определение таким понятиям, как «суспензия» и «эмульсия».
6. Привести примеры универсальных препаратов бытовой химии.
7. Перечислить требования, которые предъявляются к упаковке препаратов бытовой химии.
8. Перечислить, какие химические вещества не могут храниться вместе. Почему?
9. На сколько групп делят препараты бытовой химии. Назвать основные группы.
10. Дать определение понятию «препарат бытовой химии».
11. Какие из веществ относятся к огнеопасным?
12. Какие клеи имеют растительное происхождение?

13. Какой самый мягкий минерал, встречающийся в природе, по минералогической шкале Мооса?

14. Что является основным сырьем для производства лакокрасочных товаров?

15. Какая основная функция лакокрасочных материалов?

16. Какие средства бытовой химии относятся вспомогательным лакокрасочным материалам?

17. Какое количество поверхностно-активных веществ содержат синтетические моющие средства (СМС)?

18. Какие химические элементы, применяют в качестве удобрений?

19. Какими бывают мыла?

20. Что такое энзимы?

21. Какова суточная потребность в поваренной соли взрослого человека в условиях жаркого климата?

22. Что относится к низкомолекулярным пищевым веществам? Из чего их получают?

23. Какие минеральные компоненты входят в состав пота?

24. Что такое пиретрины? Основные виды пиретринов

25. Что такое гербициды и дефолианты? В чем заключается разница? Виды гербицидов и дефолиантов.

26. Каково среднее содержание связанного в химические соединения азота, фосфора и калия в навозе?

27. Классификация азотсодержащих минеральных удобрений.

28. Что входит в состав СМС (синтетических моющих средств)?

29. Классификация клеящих материалов.

30. Что такое абразивные изделия? Основные виды абразивов.

31. Что такое олифы? Чем отличаются олифы от лаков?

32. Классификация лаков и красок.

33. Что является основным сырьем для производства хозяйственного мыла?

34. Каково содержание основного компонента мыла?

35. Какова основная функция минеральных удобрений?

36. Что относят к средствам для борьбы с вредителями (инсектицидам)?

37. Какие вещества содержат порошкообразные, гранулированные и пастообразные моющие средства и каково отличие друг от друга?

38. Какова суточная потребность в поваренной соли взрослого человека?

39. В каких пределах меняется концентрация NaCl в крови человека?

40. Что является основными компонентами зубной пасты? Каковы их функции?

41. Какие вещества частично подавляют процесс потовыделения?

42. Какую функцию выполняет каолин в пудре и сколько в среднем содержание каолина в пудре?

43. Какую функцию выполняют пластификаторы в лаках для ногтей?

44. Что такое акарициды?

45. Что такое суспензия? Применение суспензий в препаратах бытовой химии.

Глава 2. РАСТВОРИТЕЛИ

2.1. Классификация растворителей

Растворители – это вещества, которые обладают способностью растворять другие вещества, образуя с ними гомогенные смеси, называемые растворами. Это один из наиболее важных классов веществ в химии, так как растворители играют ключевую роль в различных химических процессах и в широком спектре применений от лабораторных исследований до массового производства и промышленности.

Каждое химическое вещество, будь то органическое или неорганическое, обладает определенной растворимостью в том или ином растворителе. Это взаимодействие между растворителем и растворяемым веществом зависит от множества факторов, таких как полярность молекул, температура, давление и химическая структура.

Растворителями являются неорганические или органические соединения, а также смеси, способные растворять различные вещества. Растворители могут быть квалифицированы по химическому строению, физическим свойствам, а также кислотно-основным свойствам.

По химическому строению растворители делятся на *органические* и *неорганические*. К *неорганическим* растворителям относятся легкоплавкие галогениды, оксогалогениды (сульфурилхлорид), азотсодержащие (жидкий аммиак, гидразин, гидросиламин), фтористоводородная кислота и др. Важным неорганическим растворителем является вода.

Органические растворители могут принадлежать к классам алифатических или ароматических углеводородов, их галогено- и нитропроизводным, спиртам, карбоновым кислотам, простым и сложным эфирам и др.

Органические растворители менее универсальными. Каждый из них растворяет лишь ограниченное количество твердых или жидких веществ. Известно большое количество органических соединений, которые применяются в качестве растворителей, из них наиболее распространенными являются:

- 1) углеводороды – петролейный эфир, бензин, керосин, бензол, толуол, ксилол, пропан и другие;
- 2) спирты – изопропиловый, амиловый, метиловый, этиловый и т.п.;

- 3) амины – диметиламин, этиламин, анилин;
- 4) кетоны – ацетон, метилэтилкетон и т.п.;
- 5) хлороорганические соединения – четыреххлористый углерод, дихлорэтан, хлороформ и другие;
- 6) соединения, содержащие азот – нитрометан, нитробензол и т.п.

Часто применяют смеси различных растворителей. Подавляющее большинство органических растворителей являются горючими и летучими ($t_{\text{кип}}$ 30 – 200 °C), поэтому с воздухом они образуют взрывчатые смеси. Почти все они являются ядовитыми. Органические растворители широко применяются в различных отраслях промышленности – лакокрасочной, текстильной, пластических масс, взрывчатых веществ и других, а также в сельском хозяйстве, медицине и т.д.

Растворители можно классифицировать по физическим свойствам. Например, растворители с температурой кипения ниже 100 °C относятся к низкокипящим, а с температурой кипения выше 150 °C – к высококипящим. По степени летучести растворители подразделяются на легколетучие, среднелетучие и труднолетучие. Летучесть зависит от температуры испарения, а не от температуры кипения.

По наличию или отсутствию дипольного момента в молекулах растворителя различают растворители полярные и неполярные. Полярные растворители, такие как вода или спирты, растворяют ионы или полярные молекулы, а неполярные растворители, такие как бензол или углеводороды, растворяют неполярные вещества.

По кислотно-основным свойствам выделяют следующие растворители:

- кислотные: H_2SO_4 , HCOOH , CH_3COOH , $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, CH_3NO_2 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$;
- основные: NH_3 , $\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2$, $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$, пиридин, диметилформамид;
- нейтральные: H_2O , CH_3OH , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2$, циклогексан, C_6H_6 , CCl_4 , CHCl_3 , $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}_2$, $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$, CH_3CN , $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$, $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$.

По применению различают растворители для технологических целей и в качестве среды для проведения химических реакций. Как технологическое средство растворители используют в лакокрасочной, текстильной, фармацевтической, парфюмерной, медицинской промышленности, при производстве взрывчатых веществ, в сельском

хозяйстве и т.д. В лакокрасочной промышленности растворители являются компонентами лакокрасочных материалов, обеспечивающими растворение пленкообразующих веществ (толуол, ксилол, скипидар, спирты, кетоны, ацетаты и др.). В текстильной промышленности растворители используются для крашения, а также для химчистки одежды (перхлорэтилен, трихлорэтан, хладон-113). Широко применяют растворители для обезжиривания поверхности металлов (метиленхлорид, спирты, бензин, керосин).

Кроме того, выбор растворителя оказывает значительное влияние на эффективность процессов и реакций. Использование подходящего растворителя может ускорить реакции, улучшить селективность и выход продуктов, а также минимизировать побочные эффекты. Напротив, неправильно выбранный растворитель может привести к снижению эффективности процессов или даже к опасным последствиям.

Выбор оптимального растворителя с целью его практического использования определяется суммой различных факторов: физическими свойствами, растворяющей способностью; стабильностью при воздействии температуры, влаги, примесей и т.д.; пожаро- и взрывоопасными свойствами; токсичностью; доступностью и стоимостью.

В последние десятилетия, в связи с растущими требованиями экологической безопасности и охраны здоровья, особое внимание уделяется разработке и использованию "зеленых растворителей", которые являются менее токсичными и более безопасными для окружающей среды и здоровья человека. Одним из таких направлений является использование воды и природных растворителей, а также поиск альтернативных органических растворителей, которые не наносят вреда экосистемам и могут быть использованы в различных промышленных и лабораторных процессах.

2.2. Свойства растворителей

Растворители – это не просто вспомогательные химические вещества, а важнейшие компоненты, которые помогают решать сложные задачи в химии, медицине, экологии и других областях.

Растворители обладают рядом физических и химических свойств, которые определяют их способность растворять различные вещества и использовать в определённых химических процессах.

Основные свойства растворителей указаны в табл. 2.1.

Основные свойства растворителей можно разделить на несколько групп, включая физико-химические характеристики:

1. *Полярность* растворителя является одним из ключевых свойств растворителей, которое определяет возможность растворения тех или иных веществ. Полярность зависит от распределения электронов в молекуле растворителя, что влияет на его способность образовывать дипольные взаимодействия с растворяемыми веществами.

Таблица 2.1

Свойства растворителей

Растворитель	Температура кипения, °С	Плотность, г/см ³	Вязкость, сП
Ацетон	56	0,79	0,30
Ацетонитрил	82	0,78	0,34
Бензол	80	0,88	0,60
Вода	100	1,00	0,89
Гексан	69	0,66	0,30
Гептан	98	0,68	0,40
Дибутиловый эфир	142	0,77	0,64
Диметилформамид	153	0,94	0,80
Диоксан	101	1,03	1,2
Дихлорэтан	83	1,25	0,78
Диэтиловый эфир	35	0,71	0,24
Изооктан	99	0,69	0,47
Изопропиловый эфир	68	0,73	0,38
Метанол	65	0,79	0,54
Метиленхлорид	40	1,33	0,41
Метилэтилкетон	80	0,86	0,38
Метилцеллозольз	125	0,97	1,60
Пентан	36	0,63	0,22
Пропанол-1	97	0,80	1,9
Пропанол-2	82	0,79	1,9
Тетрагидрофуран	66	0,89	0,46
Толуол	110	0,87	0,55

Растворитель	Температура кипения, °С	Плотность, г/см ³	Вязкость, сП
Уксусная кислота	118	1,05	1,1
Хлороформ	61	1,49	0,53
Циклогексан	81	0,78	0,90
Четыреххлористый углерод	77	1,60	0,90
Этанол	78	0,79	1,08
Этилацетат	77	0,90	0,43
Этиленгликоль	182	1,1	16,5

Полярные растворители – это растворители, молекулы которых имеют асимметричное распределение зарядов, что приводит к образованию электрического диполя. Полярность растворителя позволяет ему эффективно растворять полярные вещества, такие как соли, кислоты, спирты и многие органические соединения. К таким растворителям относятся вода, метанол, этанол, ацетон, аммиак и другие.

Неполярные растворители – это растворители, в которых молекулы не имеют дипольного момента, так как распределение зарядов в них симметричное. Они хорошо растворяют неполярные вещества, например, углеводороды (бензол, толуол, гексан), масла и жиры.

2. *Растворимость* растворителя характеризует его способность растворять различные вещества. Это свойство зависит от химической структуры растворителя и растворяемого вещества, а также от внешних факторов, таких как температура и давление.

Растворимость вещества в растворителе зависит от взаимодействий между молекулами растворителя и растворяемого вещества. Если эти взаимодействия сильные, растворимость высокая.

Гидрофильность растворителей, таких как вода, определяет их способность растворять водорастворимые вещества. Водные растворители могут растворять ионные и полярные молекулы.

Гидрофобность растворителей, таких как углеводороды, делает их подходящими для растворения неполярных молекул.

3. *Температура кипения и плавления* растворителя также важны при его выборе для определённых процессов.

Температура кипения растворителя определяет его способность оставаться в жидком состоянии при различных температурных режимах. Для экстракции или растворения вещества при повышенной тем-

пературе важно, чтобы растворитель имел достаточно высокую температуру кипения.

Температура плавления растворителя важна для его использования в различных температурных диапазонах. При низких температурах важно использовать растворители с низкой температурой замерзания.

4. *Вязкость* растворителя описывает его сопротивление течению или изменению формы под воздействием внешней силы. Растворители с низкой вязкостью способствуют более быстрому растворению веществ, так как молекулы растворителя быстрее перемещаются и взаимодействуют с молекулами растворяемого вещества. В то же время растворители с высокой вязкостью могут замедлять процессы растворения.

5. *Плотность* растворителя также влияет на его выбор, особенно в тех случаях, когда важно учитывать массу растворителя в расчётах для реакции или экстракции. Плотность растворителя определяет его способность проникать в пористые структуры, а также играет роль в процессе разделения фаз.

6. *Токсичность и безопасность* растворителя для здоровья и окружающей среды также являются важными характеристиками. Растворители могут быть ядовитыми, канцерогенными, раздражающими или воспламеняющимися. Растворители бензол и хлороформ, имеют высокий уровень токсичности и требуют осторожности в использовании.

С развитием химической промышленности и технологий стало более актуальным использование растворителей с низкой токсичностью и высокой экологической безопасностью. Активно разрабатываются так называемые "зеленые растворители", которые безопасны для человека и окружающей среды. К ним относятся растворители на основе воды, углекислого газа, а также биосовместимые и биоразлагаемые вещества.

7. *Электропроводность* – это свойство важно для растворителей, используемых в процессах электролиза или в качестве среды для реакций, требующих движения ионов. Некоторые растворители, особенно полярные, могут проводить электрический ток.

Правильный выбор растворителя является важнейшим моментом в химических реакциях, экстракции, синтезе и других процессах.

2.3. Характеристика отдельных растворителей

2.3.1. Вода как растворитель

Среди неорганических растворителей наибольшее практическое значение имеет вода, она является универсальным растворителем. Растворяющая способность воды обусловлена строением его молекул. Молекулы воды характеризуются постоянным дипольным моментом, в процессе растворения молекулы воды взаимодействуют с другими молекулами и ионами. Большое значение имеет способность воды образовывать водородные связи с другими соединениями, если в их составе есть атомы с большой электроотрицательностью (кислород, азот, сера и др.)

Дистиллированная вода. Растворы лекарственных веществ для наружного и внутреннего применения готовят только на дистиллированной воде. Дистиллированная вода наиболее широко используется как растворитель для изготовления лекарств. Дистиллированная вода должна быть бесцветной, прозрачной, без запаха и вкуса. рН дистиллированной воды должен быть в пределах 5,0 – 6,8. Она не должна содержать хлоридов, сульфатов, нитратов, солей кальция и тяжелых металлов.

Для получения дистиллированной воды в аптечных условиях используют водопроводную воду. Принцип дистилляции воды заключается в нагревании в сосуде до кипения, образуются пары воды, которые конденсируют путем охлаждения. Конденсат – это дистиллированная вода, освобожденная от нелетучих примесей и пригодная для изготовления лекарств.

Вода для инъекций. Для изготовления лекарственных форм, водорастворимых препаратов, а также для глазных капель, растворов для орошения и промывания ран, используют воду для инъекций, которая независимо от требований к дистиллированной воде, должна удовлетворять потребности на отсутствие пирогенных веществ.

Воду для инъекций хранят в специальных условиях, которые исключают возможность попадания в нее микроорганизмов из окружающей среды (асептические условия). Вода для инъекций пригодна для изготовления соответствующих лекарственных форм в течение не более 24 часов с момента ее получения.

Деминерализованная вода. Получается путем обессоливания водопроводной воды с помощью специальных ионообменных смол. Деминерализованная вода может использоваться для мытья аптечной посуды, различных упаковок. Вода, деминерализованная не должна использоваться для внутривенного применения, но может использоваться для изготовления всех жидких лекарственных форм, растворов, реактивов. В случае использования деминерализованной воды для изготовления глазных лекарств она должна быть простерилизована непосредственно перед изготовлением лекарств.

2.3.2. Спирты как растворители

Спирты – органические соединения, гидроксильные производные углеводов, содержащие гидроксильные (ОН) группы при атоме углерода. Различают спирты алифатические и спирты циклического строения: алициклические, ароматические, гетероциклические. Спирты делят на одноатомные, двухатомные (гликоли), трехатомные (глицерин) и многоатомные. Простейшие спирты – бесцветные жидкости, растворимые в воде.

Метиловый спирт (метанол, древесный спирт) CH_3OH – это органическое химическое вещество, относящееся к классу спиртов. Он представляет собой бесцветную жидкость с характерным запахом и температурой кипения 64,5 °С, температурой вспышки 15,6 °С, которая обладает высокой летучестью и растворяющими свойствами. Как растворитель, метанол используется в различных отраслях промышленности и лабораторной практике.

Метанол – полярный растворитель, его молекулы имеют положительный и отрицательный полюса, способные образовывать водородные связи с растворяемыми веществами, что делает метанол эффективным растворителем для полярных веществ. Он сочетает в себе свойства слабого основания и слабой кислоты. Легко вступает в реакции как с неорганическими, так и с органическими реагентами:



Метанол является сильным ядом. Прием внутрь только 7 – 8 г метанола вызывает слепоту, а 25 – 100 г приводит к смертельному исходу. В парообразном состоянии он вызывает сильнейшие раздраже-

ния дыхательных путей и слизистых оболочек глаз. Предельно допустимая концентрация в воздухе 0,05 мг/л.

Как растворитель метиловый спирт применяется для растворения жиров, масел, лака, клея. Хорошо растворяет многие красители. Метиловый спирт легко смешивается с водой, другими спиртами, ацетоном, бензолом, уксусной кислотой, хлороводородами, сложными эфирами и другими органическими растворителями. На таре, где хранится метиловый спирт, должны быть надписи: "Метанол", "ЯД!", "Огнеопасно!".

В лабораториях метанол используется как универсальный растворитель для экстракции, титрования и других химических реакций. Он используется для растворения органических веществ, таких как углеводороды, эфиры, альдегиды, кислоты, а также для приготовления растворов, стандартных растворов для анализа.

Метанол активно используется в производстве красок, лаков, растворителей для клеев и других материалов, где требуется быстрое испарение растворителя и хорошая растворяющая способность. Он используется также в химическом синтезе, например, при производстве формальдегида, уксусной кислоты, различных добавок и пластмасс.

Метанол используется в составе некоторых очистителей и антисептиков для удаления загрязнений, обезжиривания поверхностей, а также для дезинфекции инструментов и оборудования.

Метанол крайне токсичен при попадании внутрь организма (при вдыхании, проглатывании или контакте с кожей). Он может вызывать головную боль, головокружение, потерю сознания, а в больших дозах – повреждение печени и нервной системы, вплоть до летального исхода. Из-за токсичности метанола его использование требует строгих мер безопасности: работа в хорошо вентилируемых помещениях, использование защитных средств (перчатки, очки, респираторы).

Метанол является высоколетучим веществом, его пары могут быть опасны для здоровья при длительном воздействии. Поэтому важно работать с метанолом в условиях хорошей вентиляции и избегать его накопления в воздухе.

Несмотря на свою токсичность, метанол относительно быстро разлагается в природе, как в воздухе, так и в водоемах, где он превращается в углекислый газ и воду. Однако, его высокая токсичность

для водных организмов требует осторожности при его использовании и утилизации.

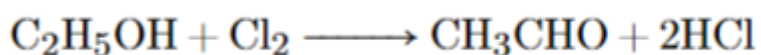
Этиловый спирт (этанол, винный спирт) C_2H_5OH – это органическое химическое соединение, принадлежащее к классу спиртов. Этиловый спирт обладает хорошими растворяющими свойствами для множества веществ и относительно безопасен по сравнению с другими растворителями, такими как метанол или ацетон.

Этанол – полярный растворитель, что позволяет ему эффективно растворять полярные вещества, такие как соли, кислоты и полимеры, а также некоторые неполярные вещества за счёт водородных связей. Он обладает высокой растворяющей способностью для органических соединений, таких как углеводороды, эфиры, альдегиды, кетоны и многие другие. Это делает его универсальным растворителем.

Этанол растворяет широкий спектр органических и неорганических веществ, таких как жиры, масла, углеводороды, сахара, витамины, белки, некоторые лекарства и антисептики. Он может быть использован в составе растворов для экстракции, химических реакций и в биохимии.

Этанол – бесцветная, прозрачная жидкость с характерным запахом и жгучим вкусом. Его температура кипения $78,4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Этиловый спирт достаточно реакционноспособное соединение, взаимодействует с различными веществами:



Этиловый спирт легко смешивается в любых соотношениях с водой, другими спиртами, эфиром, глицерином, бензином и др. растворителями. Он обладает большей растворяющей способностью, чем метиловый спирт. Однако в нем все же плохо растворяется большинство жиров и масел. В нем хорошо растворяются касторовые и эфирные масла, канифоль, многие жирные кислоты и их соли, сильнополярные смолы. Применяется для выведения пятен от мыла, духов, йода, чернил и др. На таре, где хранится этиловый спирт, должна быть надпись "Огнеопасно".

Этиловый спирт находит широкое применение в различных областях благодаря своей растворяющей способности, относительной безопасности и доступности:

1. Этанол используется в научных исследованиях для растворения различных химических веществ, таких как органические соединения, красители, реактивы и фармацевтические вещества. В биохимии этанол используется для экстракции биомолекул, например, для очистки ДНК и РНК, а также для фиксации клеток.

2. Этиловый спирт является важным растворителем в фармацевтической промышленности для изготовления экстрактов, растворов для инъекций, сиропов и настоек. Он также используется как консервант в лекарствах и косметических средствах.

3. Этанол является основным ингредиентом в алкогольных напитках. Он используется в качестве растворителя для экстракции ароматизаторов, красителей и других веществ, которые могут добавляться в напитки.

4. Этанол используется для растворения ароматических веществ и экстрактов в косметических и парфюмерных продуктах. Он также служит основой для дезодорантов, одеколонов и туалетной воды.

5. Этанол используется как растворитель в производстве различных лакокрасочных материалов, клеевых составов и смол. Он помогает создать нужную консистенцию смеси и ускоряет процесс высыхания.

6. Этиловый спирт является популярным антисептиком. Его часто используют в медицинских учреждениях для обработки инструментов, а также в составе различных антисептиков для кожи.

7. Этанол применяется для экстракции различных натуральных соединений, таких как эфирные масла, алкалоиды, витамины и другие биологически активные вещества из растений и животных.

Этиловый спирт – высоколетучее и легковоспламеняющееся вещество. Он требует осторожности при использовании, хранении и транспортировке. Пары этанола могут быть опасны для здоровья, особенно при длительном вдыхании, а также являются источником пожароопасности.

Хотя этанол относительно безопасен, в больших дозах он может вызвать интоксикацию, повреждения печени и центральной нервной

системы. Особенно это касается людей, которые употребляют этанол в виде алкогольных напитков.

При длительном воздействии этанола на кожу или слизистые оболочки он может вызывать раздражение. Работники, которые регулярно используют этанол в больших количествах, должны соблюдать защитные меры: использование перчаток, очков и респираторов в случае вдыхания паров.

Глицерин. В медицинской практике используется глицерин, содержащий 12 – 16% воды. Это прозрачная, бесцветная, без запаха, вязкая жидкость со сладковатым вкусом, которая обладает ярковыраженной способностью растворять большое количество лекарственных веществ. В глицерине хорошо растворимы танин, сульфат атропина, йодид калия, гексаметиленetetрамин, анестезин, борная кислота, ацетилсалициловая кислота, гидрокарбонат натрия, сульфат цинка и другие.

Глицерин нерастворим в жирных маслах и эфире, но смешивается во всех соотношениях с водой и этиловым спиртом. Препарат очень гигроскопичен. Растворение лекарственных веществ в глицерине проводят на водяной бане (40 – 50°C). Глицерин хранят в широкогорлых плотно закрытых сосудах.

2.3.3. Другие виды растворителей

Целесообразно дать характеристику отдельным растворителям, имеющим наибольшее применение на практике.

Хлороформ (трихлорметан, CHCl_3) – органическое химическое соединение, которое широко используется в химической и фармацевтической промышленности, а также в лабораторных исследованиях в качестве растворителя. Это вещество обладает рядом характеристик, которые делают его удобным и эффективным растворителем для различных органических и неорганических веществ. Однако из-за своей токсичности и других неблагоприятных свойств его использование требует осторожности и соблюдения мер безопасности.

Хлороформ представляет собой бесцветную, прозрачную, легколетучую жидкость с приторно-сладким запахом, температурой кипения 61,5 °C и плотностью 1,488 г/см³. Он негорюч и не образует взрывоопасных смесей с воздухом.

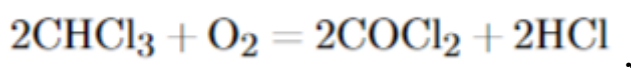
Хлороформ плохо растворим в воде (около 0,8 г/ 100 мл при 20°С), но хорошо растворяет множество органических веществ, таких как масла, жиры, алкалоиды, фосфолипиды, углеводороды и органические кислоты.

Низкая вязкость и летучесть ускоряют процессы растворения и экстракции, а также позволяют хлороформу быстро испаряться при стандартных условиях. Эти характеристики делают хлороформ отличным растворителем для многих органических веществ, особенно тех, которые плохо растворяются в воде.

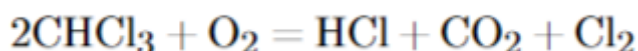
Растворяющая способность хлороформа определяется его полярными и неполярными свойствами. В своей молекуле хлороформ содержит углерод, водород и хлор, что дает ему частичную полярность. Это позволяет хлороформу растворять как полярные, так и неполярные соединения. Особенно хорошо хлороформ растворяет органические соединения.

Хлороформ является одним из лучших растворителей жиров, застарелой масляной краски, смол, лаков, каучука, сургуча, различных фармацевтических мазей и кремов. Из-за высокой летучести хлороформ необходимо хранить в плотно закрытой таре в прохладном и темном месте.

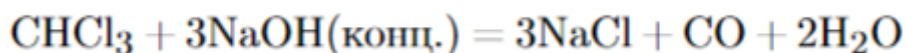
Сам хлороформ практически не растворяется в воде, растворяется в большинстве органических растворителях: этиловом спирте, эфире, ацетоне и др. На свету хлороформ медленно окисляется кислородом воздуха:



или



Разлагается щелочами:



Хлороформ обладает сильным наркотическим действием, при вдыхании вызывает потерю сознания и нарушение обмена веществ, токсично действует на внутренние органы, особенно на печень. Предельно допустимая концентрация хлороформа в воздухе 0,01 мг/л.

Четыреххлористый углерод (CCl_4) – это органическое соединение, принадлежащее к группе галогенированных углеводородов, и является бесцветной жидкостью с характерным сладковатым запахом. Из-за своих химических свойств и способности растворять множество веществ CCl_4 был широко использован в качестве растворителя в различных отраслях промышленности и науки, однако его токсичность и воздействие на здоровье ограничивают его использование.

Тетрахлорметан – бесцветная, легколетучая, негорючая жидкость со специфическим запахом, напоминающим запах хлороформа, температура кипения 76,79 °С. Он огнеопасен, обладает меньшим наркотическим действием, чем хлороформ, но токсичнее хлороформа, он вызывает тяжелые поражения печени и почек. На поверхности тары, в которой хранится четыреххлористый углерод, должна быть надпись "ЯД!". Хранить CCl_4 необходимо в неотапливаемых крытых складских помещениях, защищенных от воздействия прямых солнечных лучей и влаги.

CCl_4 не растворим в воде, но растворяет множество органических соединений, таких как углеводороды, масла, жиры, эфиры, спирты и некоторые органические кислоты.

Характерный сладковатый запах, напоминающий запах эфиров и хлорированных углеводородов.

Четыреххлористый углерод – это неполярный растворитель. Он имеет молекулу, которая не образует значительного дипольного момента, так как все атомы углерода и хлора в молекуле распределены симметрично. Эта структура позволяет ему эффективно растворять неполярные вещества, такие как углеводороды, жиры и масла.

Тетрахлорметан хорошо растворяет неполярные органические соединения: углеводороды, ароматические углеводороды (например, бензол, толуол), жиры и масла. Он также растворяет некоторые полярные органические вещества с низкой молекулярной массой, но менее эффективно, чем полярные растворители, такие как ацетон или этанол, что делает его полезным для экстракции и растворения широкого спектра органических веществ.

Четыреххлористый углерод традиционно используется для растворения жиров, масел, восков, а также для экстракции различных органических соединений, включая углеводороды, ароматические углеводороды и другие вещества.

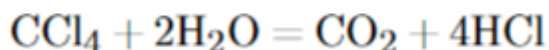
В органическом синтезе тетрахлорметан используют как растворитель для экстракции веществ из растительных и животных источников, его применяют для выделения и очистки алкалоидов и других органических соединений.

В химической промышленности CCl_4 используют для растворения и очистки синтетических материалов, в производстве пластмасс и синтетических волокон, в производстве фреонов и других химикатов.

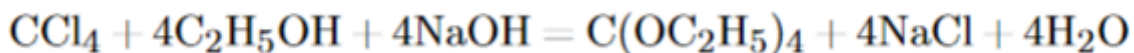
Четыреххлористый углерод используют в качестве растворителя в производстве клеев и лаков благодаря его способности быстро испаряться и растворять широкий спектр органических веществ.

В обычных условиях четыреххлористый углерод является химически инертным веществом, устойчивым к действию воздуха, света, концентрированных кислот и других реагентов. В воде не растворим, но растворяется в органических растворителях (ацетоне, бензине, спирте и др.).

В присутствии катализаторов (железо, алюминий) тетрахлорметан взаимодействует с водой:



Со спиртами в присутствии щелочи образует эфиры:



Обычно для удаления жировых пятен, масляных пятен, лака, органических смол применяют четыреххлористый углерод в смеси с ацетоном, хлороформом или бензолом.

Дихлорэтан (1,2-дихлорэтан) $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$ – органическое химическое соединение, принадлежащее к классу хлорированных углеводородов, которое широко используется в качестве растворителя. Дихлорэтан имеет несколько полезных свойств, которые делают его эффективным растворителем для различных органических веществ, однако он также обладает определенной токсичностью, что ограничивает его использование.

Дихлорэтан – прозрачная, иногда с желтоватым оттенком жидкость с сильным запахом, напоминающим запах хлороформа и температурой кипения $83,48^\circ\text{C}$. Он является сильным наркотическим средством, вдыхание паров которого и прием внутрь вызывает отравление, поражение печени. Предельно допустимая концентрация (ПДК) в воздухе $0,01\text{ мг/л}$.

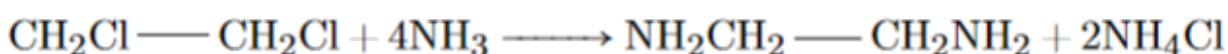
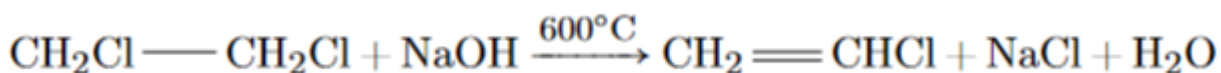
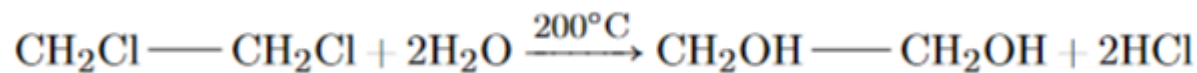
Дихлорэтан – это *полярный растворитель* с умеренной полярностью. Молекула состоит из двух атомов хлора и этиленовой группы, что придает ей частичную полярность, но не такую выраженную, как у сильных полярных растворителей, таких как ацетон или метанол. Это свойство позволяет дихлорэтану растворять как *полярные*, так и *неполярные* органические вещества.

Дихлорэтан растворяет неполярные органические соединения, такие как углеводороды, эфиры и масла. Он также хорошо растворяет полярные органические вещества, такие как пластмассы и синтетические материалы, а также полиэтиленовые и полистирольные материалы.

Дихлорэтан загорается с трудом, горит коптящим пламенем и легко гасится водой в начале возгорания, но при интенсивном горении тушение водой может привести к взрыву из-за образования при высокой температуре смеси CO и H₂ (водяного газа).

Дихлорэтан применяют как растворитель для выведения пятен жирового характера, растворения жиров и масел, смол, каучука, серы, йода, канифоли и др.

При нагревании дихлорэтан взаимодействует с водой, раствором соды и гашеной извести, аммиаком и др.



Дихлорэтан используется в различных областях, в том числе в химической, фармацевтической и нефтехимической промышленности:

1. Дихлорэтан широко применяется как растворитель для различных органических веществ, включая углеводороды, жиры, масла, воски, синтетические полимеры, а также в процессе очистки и экстракции химических соединений. Его способность растворять как полярные, так и неполярные вещества делает его универсальным растворителем.

2. Дихлорэтан часто используется в органическом синтезе для растворения промежуточных продуктов и для проведения реакций, таких как синтез хлорорганических соединений, в том числе в производстве хлорированных углеводов.

3. Дихлорэтан используется в производстве различных полимеров, например, поливинилхлорида (ПВХ), в качестве растворителя для полимеризации.

4. В фармацевтической промышленности дихлорэтан применяют для экстракции активных веществ из природных источников и синтетических препаратов.

5. В химической промышленности дихлорэтан используют для очистки синтетических смол, а также для экстракции и разделения различных химических веществ.

На таре, в которой хранится дихлорэтан, должна быть надпись "ЯД!".

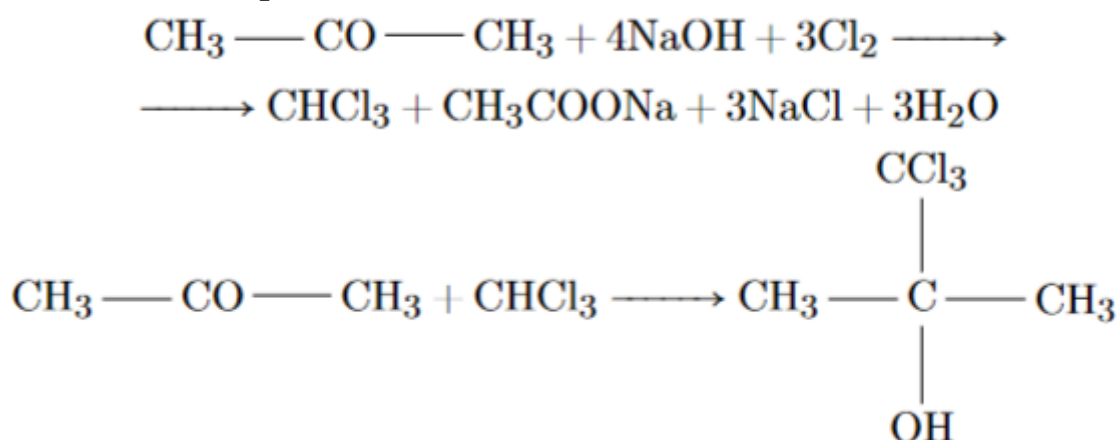
Ацетон (пропанон, диметилкетон) $\text{CH}_3\text{--CO--CH}_3$ – бесцветная, прозрачная, легкоподвижная жидкость с характерным запахом и температурой кипения 56,24 °С, плотность ацетона 0,791 г/см³ (при 20 °С), ниже плотности воды, что позволяет ацетону оставаться на поверхности в водных растворах. Пропанон легко смешивается в любом соотношении с водой, спиртом, эфиром, бензином и др. органическими растворителями. Диметилкетон хорошо растворим в воде и в большинстве органических растворителей (например, в этаноле, эфире, хлороформе), что делает его универсальным растворителем.

Ацетон является превосходным растворителем жиров, масел, смол, нитролаков, сургуча, канифоли. В нем растворяется также целлюлоид, нитро- и ацетилцеллюлоза

Пропанон действует как полярный растворитель, поскольку молекулы ацетона обладают дипольным моментом, благодаря чему могут растворять как полярные, так и неполярные вещества. Он эффективно разрушает молекулярные связи в органических соединениях, таких как масла, жиры, смолы и многие полимеры, делая их растворимыми.

Диметилкетон относится к малотоксичным растворителям, предельно допустимая концентрация в воздухе 0,2 мг/л. Однако ацетон огнеопасен, температура его воспламенения 20 °С, в смеси с воздухом взрывается.

Как химический реагент ацетон взаимодействует с рядом химических соединений. Особенно активно реакции протекают в присутствии катализатора:



Ацетон является важным компонентом в производстве красок, лаков, клеев и смол, где он используется для растворения смол и других компонентов, а также в качестве растворителя в производстве косметических средств, таких как жидкость для снятия лака. Также он используется в производстве некоторых препаратов, таких как обезболивающие и антибиотики. Пропанон используется в качестве растворителя для пластмасс, таких как поликарбонаты, а также в производстве синтетических каучуков.

Ацетон испаряется намного быстрее, чем большинство органических растворителей, что делает его удобным для использования в процессах, где требуется быстрое высыхание или удаление растворителя.

Диметилкетон является летучим и может вызывать раздражение дыхательных путей, его токсичность ниже, чем у многих других органических растворителей (например, бензола или толуола).

Ацетон широко доступен и является относительно дешевым растворителем, что способствует его массовому использованию.

Ацетон – это летучее и легко воспламеняющееся вещество, его пары могут образовывать взрывоопасные смеси с воздухом, поэтому требуется осторожность при его использовании и хранении.

При вдыхании больших количеств ацетона возможны головная боль, головокружение, раздражение слизистых оболочек. Длительное или интенсивное воздействие может привести к хроническим заболеваниям.

Бензин представляет собой смесь углеводородов, включая алканы (пентан, гексан, гептан, октан), циклоалканы (циклогексан) и ароматические углеводороды (толуол, ксилол). Его химический состав неоднороден, основная часть – это насыщенные углеводороды, описываемые формулой C_nH_{2n+2} (где $n = 5 - 10$). Бензин - прозрачная, бесцветная, легколетучая жидкость, имеющая характерный "бензиновый" запах. Бензины - растворители, которые подразделяются в зависимости от цели их применения. Температура кипения бензина зависит от его состава и находится в интервале 40 – 120 °С.

Бензин практически не растворяется в воде, но растворим в органических растворителях, таких как спирты, эфиры и другие углеводороды. Это делает его подходящим для растворения веществ, нерастворимых в воде, но растворимых в углеводородах. Плотность бензина составляет около 0,72 – 0,78 г/см³ при 15 °С, что ниже плотности воды, и это позволяет бензину оставаться на поверхности воды.

Бензин является углеводородным растворителем, и его способность растворять вещества обусловлена его структурой и полярностью молекул. Как и другие углеводородные растворители, бензин эффективен в растворении органических соединений, таких как жиры, масла, воски, смолы, синтетические полимеры, а также ароматические и хлорированные углеводороды.

Бензин относится к огнеопасным растворителям. С воздухом образует взрывчатые смеси. Токсичность бензина по сравнению с другими растворителями невелика и при соблюдении всех санитарно-гигиенических правил работа с ним безопасна. При длительном воздействии на кожу он может вызвать дерматит. Так как бензин относится к неполярным растворителям, то в нем плохо растворяются полярные вещества, например феноло-формальдегидные смолы.

Основные области применения бензина как растворителя:

1. Бензин используется для очистки различных материалов от загрязнений, таких как смолы, масла и жиры. Он применяется для удаления следов клея, смазочных жидкостей, а также для очистки механических и электронных компонентов.

2. В некоторых отраслях бензин используется для растворения определенных полимеров, а также в качестве разбавителя в лакокрасочной промышленности и при производстве клеевых материалов.

3. Бензин может быть использован как растворитель для некоторых видов красок, особенно в тех случаях, когда требуется растворить жирные вещества или синтетические материалы, не растворимые в воде.

4. В химической промышленности бензин применяется для растворения различных органических соединений, которые используются при производстве синтетических материалов, таких как резина и пластмассы.

Бензин — это высоковоспламеняющееся вещество, и его пары могут образовывать взрывоопасные смеси с воздухом. Работы с бензином требуют соблюдения строгих мер безопасности, таких как наличие системы вентиляции, использование искробезопасных инструментов и соблюдение правил хранения и транспортировки.

Уайт-спирит (сорт тяжелого бензина) представляет собой смесь углеводородов, преимущественно алканов (например, н-гексан), циклоалканов (например, циклогексан) и ароматических углеводородов (например, толуол). Этот растворитель может иметь разные составы в зависимости от конкретного продукта и производителя, но в целом его состав характеризуется низким содержанием ароматических углеводородов.

Температура кипения уайт-спирита варьируется от 140 °C до 200 °C в зависимости от его состава, относится к среднелетучим растворителям, которые испаряются при температуре выше комнатной. Плотность уайт-спирита составляет примерно 0,78 – 0,82 г/см³ (при 20 °C), что делает его менее плотным, чем вода, и позволяет ему оставаться на поверхности в случае попадания в водные растворы.

Уайт-спирит практически не растворяется в воде, но растворим в органических растворителях, таких как эфиры, спирты, ацетон, а также хорошо растворяет многие органические вещества, включая масла, жиры, смолы, лаки, краски и синтетические полимеры.

Это бесцветная подвижная жидкость. Наряду с масляными красками уайт-спирит хорошо растворяет любые жиры и масла, канифоль, парафин, асфальт и неполярные вещества. Его способность растворять эти вещества связана с полярностью молекул углеводородов, которые входят в состав уайт-спирита. Он эффективно растворяет вещества, нерастворимые в воде, но растворимые в углеводородах, такие как нефтяные смолы и лаки.

Недостатком уайт-спирита как растворителя является его огне- и взрывоопасность. Уайт-спирит является малотоксичным растворителем, но большое скопление его паров в помещении может вызвать тяжелые формы отравления.

Он используется в различных отраслях промышленности и быту благодаря своим растворяющим свойствам, а также доступности и относительно низкой цене. Уайт-спирит часто называют «разбавителем» или «растворителем для красок», и это одно из его основных применений.

Скипидар (терпентинное масло) представляет собой смесь различных терпенов состава $C_{10}H_{16}$, таких как α -пинен, β -пинен, лимонен, а также другие летучие соединения. Состав скипидара может варьироваться в зависимости от источника, с которого он получен, и метода его обработки.

Это бесцветная или окрашенная до темно-бурого цвета жидкость, обладающая характерным сосновым запахом. Температура кипения находится в интервале 150 – 225 °С. Плотность скипидара составляет около 0,85 г/см³, что немного ниже плотности воды. Скипидар горюч, температура его вспышки 90 – 105 °С, проявляет раздражающие действия. Пары скипидара раздражают слизистую оболочку глаз и горла. Попадание скипидара на кожу может вызвать воспалительные процессы.

Скипидар не растворяется в воде, но легко растворяет органические вещества, такие как масла, воски, смолы, лакокрасочные материалы, жиры и многие синтетические полимеры. Он действует как полярный растворитель, что позволяет ему эффективно разрушать молекулярные связи в органических материалах. Он также хорошо удаляет старые засохшие масляные пленки и краски.

В принципе любое вещество может быть растворителем для какого-либо другого вещества, но на практике к растворителям относятся только такие вещества, которые отвечают определенным требованиям.

Растворитель должен:

- 1) обладать хорошей растворяющей способностью;
- 2) иметь минимальную токсичность и огнеопасность;
- 3) быть легкодоступным и дешевым, а также стабильным при хранении.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие требования предъявляются к растворителям?
2. Дать классификацию растворителей.
3. Привести примеры неорганических и органических растворителей.
4. Дать характеристику следующим растворителям: скипидар, уайт-спирит, бензин, ацетон, спирты, эфир, галогеносодержащие углеводороды.
5. Какие процессы происходят при растворении веществ?
6. Написать уравнения реакций получения сложного эфира.
7. Каковы критерии выбора растворителя?
8. Что такое полярность растворителя?
9. От чего зависит растворимость веществ?
10. Что такое гидрофильность?
11. Что такое гидрофобность?
12. Как вязкость растворителя влияет на процесс растворения?
13. Чем обусловлена растворяющая способность воды?
14. Что такое деминерализованная вода? Где она используется?
15. Какими свойствами обладает хлороформ?
16. Что такое тетрахлорметан? Каковы его свойства?
17. Какой спирт более токсичен этанол или метанол? Почему?
18. Почему ацетон относится к полярным растворителям?
19. Какие углеводороды входят в состав бензина?
20. Что входит в состав уайт-спирита?
21. Какие виды скипидаров используют?
22. Каков состав скипидара?

Реакция омыления:



МЫЛО

Таким образом, мылами называют натриевые и калиевые соли высших жирных кислот. Натриевые мыла – твердые, калиевые и аммониевые – жидкие.

Жирные кислоты широко распространены в природе. Они являются составной частью многих жиров растительного и животного происхождения, но в жирах они содержатся в виде сложных эфиров с глицерином.

Животные жиры состоят главным образом из глицеридов стеариновой, пальмитиновой и олеиновой кислот. Масла (растительные жиры) растительного происхождения содержат в основном каприловую ($\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_2$), лауриновую ($\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_2$) и миристиновую ($\text{C}_{14}\text{H}_{28}\text{O}_2$) кислоты с примесью олеиновой и пальмитиновой.

В мыловаренной промышленности в качестве сырья используют не животные, а растительные масла и жиры. Из многих жиров, а особенно из масел образуются не твердые, а жидкие мыла.

3.2. Свойства мыла

Свойства мыла зависят от степени неопределенности молекулы жира и его молекулярной массы. С увеличением степени насыщенности молекулы жира возрастает твердость мыла, а скорость растворения, склонность к образованию гелей уменьшается. Йодное число – масса иода (в г), присоединяющегося к 100 г органического вещества. Йодное число характеризует содержание двойных связей в маслах и жирах, оно определяет общую ненасыщенность масел и жиров. Чем выше йодное число, тем больше ненасыщенных кислот содержится в жире, т.е. тем больше иода вещество может присоединить.

По мере увеличения молекулярной массы жира способность мыла к пенообразованию падает, а мягкость действия его на кожу, pH раствора, твердость мыла и склонность к образованию гелей увеличивается.

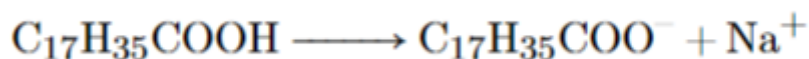
Не только из говяжьего и бараньего жира образуются твердые мыла, они образуются из оливкового и касторового масел (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Некоторые свойства масел и жиров

ПРОДУКТ	Плотность, г/см ³	Число омыления	Температура застывания жирных кислот, °С	Йодное число, г на 100 г жира
Говяжий жир	0,943 – 0,952	190 – 199	40 – 47	45
Бараний »	0,937 – 0,952	192 – 197	43 – 48	54
Свиной »	0,934 – 0,938	190 – 202	33 – 43	57
Кокосовое масло	0,917 – 0,919	250 – 264	20 – 24	114 – 150
Соевое »	0,924 – 0,928	189 – 195	–	124 – 132
Оливковое »	0,914 – 0,919	188 – 196	17 – 26	77 – 90
Касторовое »	0,962 – 0,970	176 – 187	–	81 – 90
Арахисовое »	0,917 – 0,921	188 – 195	26 – 32	148 – 157
Пальмовое »	0,923 – 0,930	196 – 210	33 – 39	50 – 58

Старый способ варки мыла с применением растворов щелочей (NaOH) в промышленности все больше вытесняется гидролизом жиров под действием водяного пара при повышенном давлении. Из смеси жирных кислот, полученных после отделения глицерина, при нагревании с раствором соды (Na₂CO₃) или поташа (K₂CO₃) (карбонатный метод) легко получают мыла. Мыло – вещество скользкое на ощупь, образует гели, понижает поверхностное натяжение воды, обладает моющей и смачивающей способностью, образует в жесткой воде сгустки (коагуляты), а в мягкой – пену (при взбалтывании). При растворении мыла в воде, если концентрация мыла невелика, его молекулы существуют в растворе в виде свободных ионов,



находящихся в беспорядочном движении (рис. 3.1).

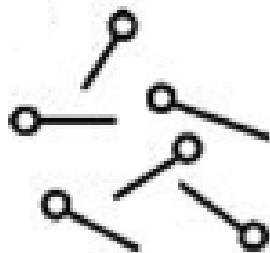


Рис. 3.1. Молекулы мыла

По мере возрастания концентрации мыла его гидрофобные цепи начинают ориентироваться внутрь, по направлению к центру воображаемой капли, а другие концы карбоксильной гидрофильной полярной группы торчат наружу. Такой агрегат молекул называют *мицеллой* (рис.3.2). Момент, когда они образуются в большом количестве, называется пределом истинной способности мыла растворяться в воде. Концентрация, при которой происходит ориентация молекул, называется *критической концентрацией мицеллообразования*.

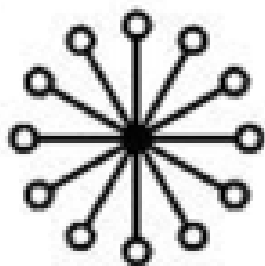


Рис. 3.2. Мицелла мыла

При этой концентрации наблюдается обратимое равновесие, подчиняющееся закону действия масс, и характерно постоянство значений различных физических свойств раствора: поверхностного натяжения, электропроводности, светорассеяния, осмотического давления, способности адсорбировать красители и моющей способности.

Механизм действия мыла можно легко понять, если рассмотреть взаимодействие мицеллы мыла с частицей грязи, то есть частицы, окруженной жировой пленкой. Заключенная в такую оболочку частица грязи движется по направлению к гидрофобной цепи, втягивается во внутрь мицеллы, где жировая пленка растворяется, а частица грязи переходит в раствор. Если концентрация мыла достаточна, то частица грязи не имеет возможности осесть обратно на ткань или скомковать-

ся. Если концентрация мыла недостаточна, то частицы грязи вновь осаждаются на ткани. Этого можно избежать, вводя в раствор натрийкарбоксиметилцеллюлозу (КМЦ), которая является *стабилизатором пены*.

Образующаяся в процессе стирки пена удерживает частички на поверхности раствора, подальше от ткани. Однако обильное образование пены не является непременным признаком высокого качества мыла или моющего средства. Если мы стираем ткань, которой противопоказано обильное смачивание, то тут пены надо побольше, а воды поменьше, чтобы вещь при сушке не деформировалась. В состав таких средств вводят *стабилизаторы пены* – алкиламидамы. В то же время при машинной стирке обилие пены не желательно, и в состав моющего средства вводят подавители пены. Все это относится и к СМС.

Действие мыла и моющих средств направлено на то, чтобы обеспечить как можно более полное удаление загрязнений жира с поверхности раздела между тканью и моющей жидкостью.

3.3. Эффективность моющего средства

Эффективность моющего средства, в том числе мыла, зависит от нескольких факторов, играющих определённую роль.

1. Существенную роль играет способность переносить грязевые частицы, которая определяется поверхностными явлениями, связанными с электростатическим взаимодействием между частицами загрязнений и пеной.

2. Большая роль эмульгации, то есть способности дробить загрязнения, например капельки жира, на мельчайшие частицы, равномерно распределённые в воде. Это свойство обусловлено поверхностными явлениями электростатической природы.

3. Важна и способность моющей жидкости к смачиванию ткани, так как жидкость должна проникать в маленькие зазоры между загрязнениями и поверхностью ткани.

Важнейшая характеристика моющей жидкости – величина *поверхностного натяжения*. Жидкость всегда стремится иметь наименьшую поверхность, а отсюда и возникает поверхностное натяжение. Чтобы вещество обладало моющим действием, оно должно, прежде всего, снижать поверхностное натяжение воды и тогда, мою-

щая жидкость сможет проникать в мелкие поры ткани. Мыло уменьшает поверхностное натяжение моющей воды; при этом возрастает ее проникающая и смачивающая способность и она увлекает мицеллы мыла в глубину ткани. Под действием мицелл мыла частицы грязи освобождаются из волокон и переходят в раствор.

Но кроме поверхностного натяжения следует учитывать и химические свойства моющих веществ при оценке моющего действия. Так, щелочная реакция при гидролизе в воде обычных мыл вредна для волокон, состоящих из белков (для шерсти). Кроме того, мыло плохо моет в жесткой воде, содержащей соли Ca и Mg (щелочноземельные металлы).

В этих условиях мыло сначала образует нерастворимую пену, которая поднимается на поверхность воды и частично прилипает к стенкам сосуда или оседает на ткани (ткань застирывается). После того как мыло прибавлено в количестве, достаточном для нейтрализации солей (это около 40 %), происходит "смягчение" воды и образуется эффективный мыльный раствор, способный к смачиванию, освобождению и удалению грязи. Появление мыльной пены указывает на то, что жесткость воды устранена.

Мыло было основным средством для стирки в течение последних столетий, и никто не задумывался о его недостатках. Несмотря на это мыло еще полностью не сдало свои позиции: его рекомендуется использовать для ручной стирки изделий из х/б и льняных тканей.

Качество хозяйственного мыла определяется содержанием жирных кислот, массовая доля которых отпечатывается на куске: чем она выше, тем обильнее пена, тем лучше моет и стирает мыло. Хозяйственное мыло подразделяют на пилированное (перетертое на вальцах), содержащее 72 % натриевых солей жирных кислот, и обычное, содержащее 60 и 70 % натриевых солей жирных кислот. Пилированное мыло имеет светло-желтый цвет, а обычное 70 %-ное – желтый и темно-желтый, 60 %-ное – темно-коричневый (для технических целей) – получают на основе жирового сырья с добавками нафтенных кислот.

Из твердого хозяйственного мыла механическим путем готовят мыльные порошки, гранулы, стружку. В последние годы для удешевления производства и экономии пищевых ресурсов хозяйственное мыло производят из жирных кислот, полученных каталитическим

крекингом нефтяных парафинов в присутствии кислорода. В его состав также вводят моющие глины и канифоль, которая усиливает пенообразовательную способность, но придает темный цвет мылу.

Для получения мыла высших сортов ядровое мыло, образующееся в начальной стадии техпроцесса, высушивают, перетирают 2 – 3 раза на вальцах, смешивают с добавками (отдушек, красителей, смягчителей кожи, дезинфицирующих веществ) и формуют куски мыла туалетного, банного, детского, медицинского, бактерицидного. В таком продукте массовая доля жирных кислот достигает 80 %.

3.4. Синтетические моющие средства (СМС)

Увеличение содержания синтетических волокон в тканях приводит в настоящее время к тому, что мыло вынуждено постепенно уступать место *СМС – синтетическим моющим средствам*, предназначенным для синтетических волокон и любых других, или "синдет" (синтетический детергент) [10].

Их производство в мире в последние годы составляет десятки миллионов тонн в год. Около 70 % их потребляют только жители наиболее развитых стран. Около 70 % потребляемых населением СМС расходуется на общую стирку (тяжелую – постельное, нательное белье) в стиральных машинах. Около 20 % СМС расходуется на "легкую" стирку ручную малозагрязненных изделий из тонких тканей.

3.4.1. Классификация СМС по назначению

Компонентный состав современных СМС весьма разнообразен. Каждая составная часть имеет совершенно определенное назначение в моющем действии. В настоящее время СМС в зависимости от назначения можно разделить на следующие группы.

1. Собственно стиральные средства: универсальные – для очень загрязненного белья, пригодные для различных групп тканей: растительного происхождения (лен, хлопчатобумажные), животного происхождения (шерсть), синтетические (лавсан) и для замачивания.

2. Средства комплексного действия, которые помимо основного процесса стирки дополнительно воздействуют на ткань (дезинфицируют, подкрашивают).

3. Отбеливающие средства, применяемые для удаления цветных загрязнений, оставшихся после стирки и отбеливания.

4. Подсинивающие средства, которые в настоящее время утрачивают свое былое назначение. Наиболее распространена синька – ультрамарин ($\text{Na}_6\text{Al}_4\text{Si}_6\text{S}_4\text{O}_{24}$).

5. Антистатические средства, применяемые при полоскании изделий из синтетических тканей (капрон, нейлон, ацетат, шерсть) для ликвидации или резкого уменьшения концентрации электрических зарядов.

6. Мягчители, придающие тканям из хлопчато-бумажных волокон, льна, вискозы приятное ощущение бархатистости. Благодаря им изделия хорошо гладятся.

7. Аппретирующие средства являются антиподом мягчителей, придают тканям необходимую жесткость. Некоторые придают водонепроницаемые свойства, несминаемость.

3.4.2. Группы поверхностно-активных веществ (ПАВ)

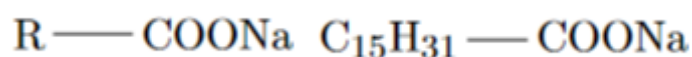
Основной компонент СМС – *поверхностно-активные вещества* (ПАВ). В современные СМС их вводят два или несколько, чтобы лучше отстирать изделие. И при стирке они играют ту же роль, что и обычное мыло, которое также относится к поверхностно-активным веществам. По строению молекул и характеру поведения в растворе ПАВ разделяют на три группы: ионногенные, неионногенные и амфотерные[11].

I. Ионногенные. Это самая обширная группа, которая делится на:

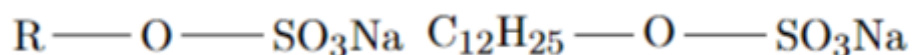
1. *Анионоактивные*, диссоциирующие в воде на анион и катион, чаще Na^+ . Анион – длинная цепочка (до 12 атомов углерода). Если цепочку удлинить (иногда бензолом), то вещество станет плохо растворяться в воде, если укоротить, то анион станет менее прочно связываться с загрязнениями и моющая способность упадет.

К этой группе относят:

1) мыло, например пальмитат натрия



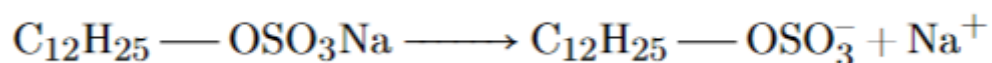
2) алкилсульфат, натриевая соль алкилсерной кислоты, додецил-сульфат натрия



3) алкилсульфонат, например лаурилсульфонат



Например:

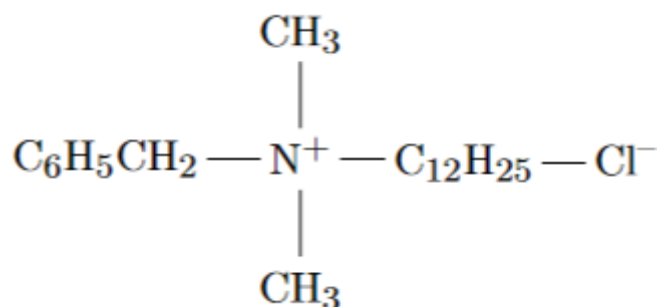


это вещество хорошо растворимо в воде. Образующиеся при диссоциации анионы показывают свой двойственный характер. Своей гидрофобной частью (R) вещество внедряется в частички загрязнений, а гидрофильной (OSO_3^-) взаимодействует с молекулами воды. Этот процесс происходит во время замачивания. Он необходим, но недостаточен, чтобы снять загрязнение.

Практически пользуются смесью соединений с разветвленными и неразветвленными радикалами. Они синтезируются из продуктов нефтепереработки.

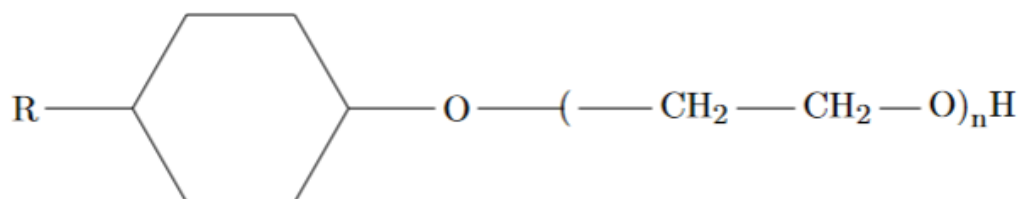
2. *Катионоактивные* ПАВ реже используются как моющие, чем предыдущие, но они обладают дезинфицирующим и хорошим смачивающим действием. Эту способность придают им радикалы различного характера, соединенные с атомом азота. Органическая часть молекул несет (+) заряд.

Самый известный представитель – бензиламмоний хлорид:

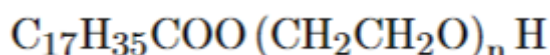


II. Неионогенные. Не диссоциируют в растворе, но обладают качествами ионогенных веществ. Гидрофобный радикал R растворяется в жирах или загрязнениях, а углеводородная цепочка с кислородными группами хорошо связывается водой.

Эти ПАВ образуют мало пены. Они применимы для машинной стирки.

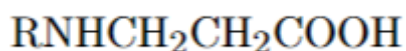


Пример: полиэтиленгликолевый эфир стеариновой кислоты



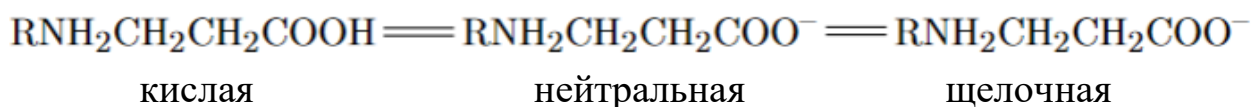
III. Амфотерные. Появились недавно, характеризуются наличием в их структуре кислотной и основной функций в зависимости от pH среды.

Например, Алкил-β-аминопропионовая кислота:



лаурил-β-аминопропановая кислота

Они способны образовывать пены при различных pH:



В кислой среде – они катионоактивные, в щелочной – анионоактивные. Обладают хорошей пенообразующей способностью, они устойчивы к жесткой воде, нетоксичны, не оказывают раздражающего действия даже на глаза, обладают бактерицидным, дезинфицирующим действием. Их применяют в шампунях, медицинских и детских жидких мылах, для мытья посуды.

Таким образом, ПАВ способны дробить загрязнения на мельчайшие частицы, переводить их в моющий раствор в виде суспензий и эмульсий и удерживать в воде, не давая снова осесть на стираемую ткань. СМС могут содержать одновременно различные ПАВ и мыло в том числе.

3.4.3. Добавки к моющим средствам

Кроме ПАВ, в состав моющих средств входят *щелочные добавки*, они разрушают жировые загрязнения. Это Na_2CO_3 или Na_2SiO_3 , они придают раствору слабощелочную реакцию, препятствуют оседанию на ткань коричневых соединений железа, отстирывают жировые загрязнения.

Следующие добавки - это *полифосфаты*: триполифосфат натрия (в порошкообразные СМС) или калия (в жидкие СМС). Они умягчают воду и повышают моющую способность, с ними можно стирать и в жесткой, и в морской воде. После растворения полифосфаты диссоциируют на ионы Na^+ и PO_4^{3-} . Ион PO_4^{3-} взаимодействует с содержащимися в воде ионами Ca^{2+} и Mg^{2+} и образует соединения $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ или $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, нерастворимые в воде, при этом вода умягчается. В это время ПАВ (и мыло) образуют с Ca^{2+} и Mg^{2+} нерастворимые вещества в воде, оседают на ткань и придают ей серый оттенок и жесткость. Чтобы этого не происходило, в моющем растворе должно быть достаточно полифосфата, чтобы вывести Ca^{2+} и Mg^{2+} из воды (на это может быть потрачено до 60 % мыла). Кроме того, ион PO_4^{3-} удерживает частицы загрязнений в растворе во взвешенном состоянии после их отрыва от ткани. Аналогично фосфатам действует и сульфат натрия (Na_2SO_4). Он служит главным образом стабилизатором мицелл, которые образуются при обработке загрязнений ПАВ.

В некоторые средства для стирки хлопчатобумажных и льняных тканей вводят *химические отбеливатели*. Это перборат натрия ($\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), который выполняет свои функции при кипячении, разрушает не только загрязнения, но и практически все красители. При высокой температуре ($t > 65^\circ\text{C}$) он выделяет кислород, который окисляет и обесцвечивает органические соединения, одновременно дезинфицируя. Стирать цветное белье этими средствами можно лишь при температуре не выше 60°C .

Для удаления находящихся на ткани загрязнений белкового характера (крови, слюны, пота, молока, соуса, яиц) в стиральные средства вводят вещества биологического происхождения – *ферменты (энзимы)*, которые при температуре раствора не выше 40°C разрушают белки. При более высоких температурах ферменты сами разрушаются. После замачивания в растворах этих моющих средств изделия

легко отстирываются. На этикетках таких препаратов имеется приставка "БИО", но эти моющие средства нельзя использовать для стирки шерстяных и шелковых тканей, так как может быть «съедена» сама ткань.

Таким образом, ПАВ, щелочные добавки, химические отбеливатели, ферменты – это основные компоненты современных СМС. Они разрушают загрязнения и удаляют их с ткани. Но существует еще ряд полезных добавок, среди них: *оптические отбеливатели*, оседающие на ткани при стирке, но не разрушающие ее, придающие белизну белому и яркость цветному; *парфюмерные отдушки*, создающие приятный запах; *стабилизаторы пены*, содержащиеся в препаратах для машинной стирки.

Как уже говорилось, моющая способность современных СМС не определяется обилием пены. Есть такие ПАВ, которые вообще не дают пены, а превосходно удаляют загрязнения. Такие вещества идут как дополнительный компонент к ПАВ для стирки изделий из хлопчатобумажных и льняных тканей – карбоксиметилцеллюлоза, которая усиливает эффект действия ПАВ, уменьшает скорость оседания оторвавшейся грязи на ткань.

Существуют и другие функциональные добавки: активаторы разложения химического отбеливателя, гидротропы (улучшающие растворимость компонентов), комплексоны (связывающие соли железа) и т.п.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое мыло?
2. Чем отличаются синтетические моющие средства от мыла?
3. Как получают мыло?
4. Какие бывают мыла?
5. Каков механизм действия мыла как чистящего средства?
6. Каков компонентный состав современных моющих средств?
6. Дать классификацию моющих и чистящих средств.
7. Что такое ПАВ и где они применяются?
8. Каков состав молекулы ПАВ?
9. На какие группы подразделяются ПАВ?
10. Почему нельзя использовать мыло в кислой среде?

11. Какое вещество, содержащееся в антибактериальном мыле может вызвать мутации?
12. Какие сорта мыла более вредны?
13. Какое ПДК у анионных ПАВ?
14. Что использовали до изобретения мыла?
15. Что является гидрофобной частью состава ПАВ?
16. Что является гидрофильной частью состава ПАВ?
17. Что не относится к неионогенным ПАВ?
18. Назовите анионные ПАВ
19. При какой температуре перботат натрия выделяет кислород?
20. В каком столетии начинается расцвет моющих средств?
21. В чем измеряется период полураспада ПАВ?
22. Какие кислоты входят в состав мыла?
23. В какой воде пенообразование лучше?
24. Что образуют мыла в жесткой воде?
25. Что не относится к основным компонентам СМС?
26. Какое значение имеет период полураспада катионных ПАВ?
27. Из каких солей состоит твёрдое мыло?
28. Сколько углеродных атомов содержит углеводородный остаток?
29. Соль какого элемента является анионным ПАВ?
30. Присутствием каких солей обуславливается жесткость воды?
31. Есть ли вред здоровью человека от использования мыла?

Глава 4. ОТБЕЛИВАНИЕ И ОКРАШИВАНИЕ ТКАНЕЙ

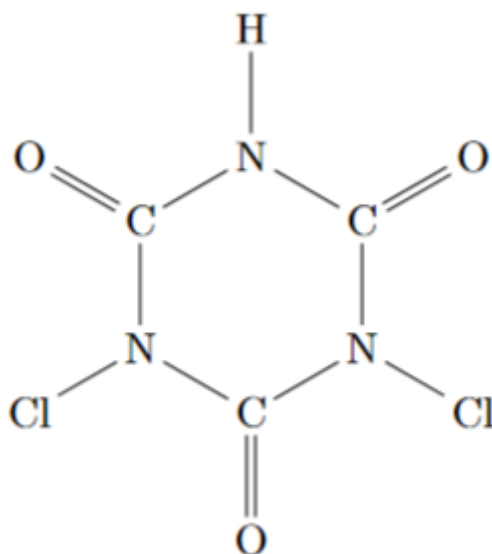
4.1. Классификация отбеливающих средств

Химические отбеливатели входят в состав многих моющих средств, которые достаточно хорошо отбеливают несильно загрязненное белье. Для отстирывания же сильнозагрязненного белья с пятнами, затеками необходимо пользоваться специальными отбеливающими препаратами. Все отбеливающие средства можно разделить на 4 группы.

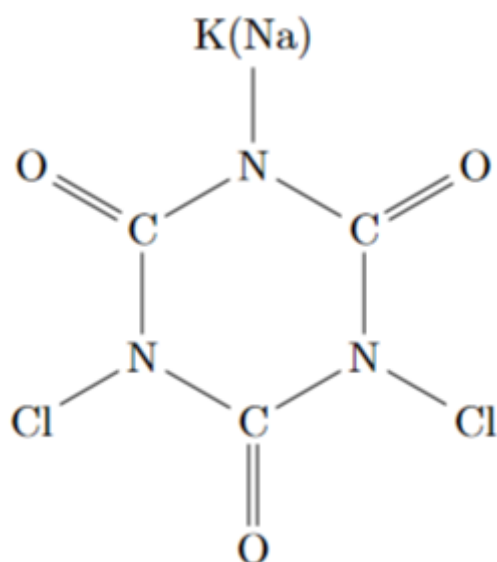
4.4.1. Хлорсодержащие отбеливатели

Отбеливающие средства, содержащие активный хлор содержат:

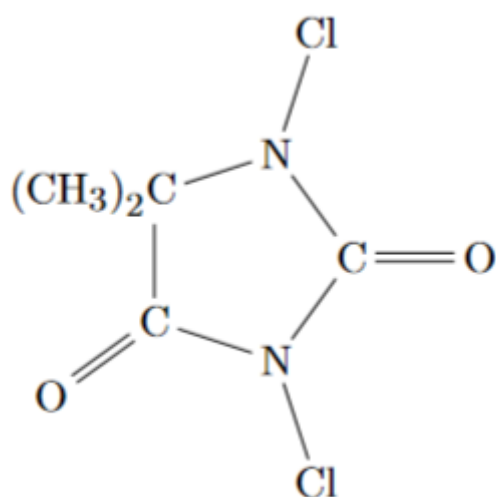
- гипохлорид натрия (NaOCl);
- белильная известь $\text{Ca}(\text{ClO})\text{Cl}$;
- хлоридоциануровая кислота;



- хлоридоцианураты;



- дихлордиметилгидантоин (ДХДМГ)

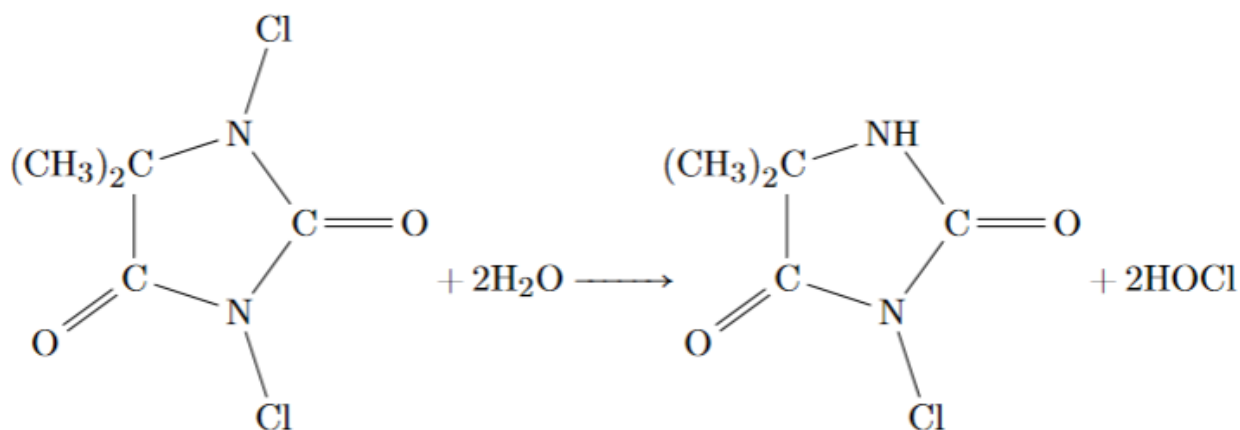


- гипохлорид лития, содержащий около 35 % активного хлора, LiOCl (по отбеливающей способности соответствует NaOCl, их активность усиливается при повышении температуры, увеличении концентрации и продолжительности погружения изделия в раствор).

В водном растворе эти соединения образуют хлорноватистую кислоту, которая отбеливает ткани за счет выделения активного хлора. Они выделяют в воздух ядовитый хлор. Необходимо хорошо проветривать помещение и не отбеливать сразу много белья.

Хлорсодержащие отбеливающие средства являются наиболее сильными отбеливателями. Эффективны при любой температуре. Применяют в качестве отбеливателя для хлопчатобумажных и льняных тканей, капрона и нейлона. Их нельзя применять для отбеливания

шерсти и шелка. Но все же гипохлорид NaOCl можно применять для безусадочной обработки шерстяных изделий, очистки воды, хлорирования, общей дезинфекции. Препарат нетоксичен. ДХДМГ (дихлордиметилгидантоин) – это белый порошок, выделяющий хлорноватистую кислоту в теплой воде:



Каждая молекула HOCl обладает окисляющим действием, эквивалентным содержащемуся в ней кислороду. А каждый атом хлора эквивалентен молекуле свободного хлора. ДХДМГ применяют в качестве отбеливающего средства, для общей дезинфекции, как абразивные санитарные средства, для мытья и стерилизации бутылок. Он совмещается с мылом, синтетическими детергентами, но не может применяться для шерсти, шелка, ацетатного волокна.

Хлоризоцианураты применяют для тех же целей, что и ДХДМГ. Каждый атом хлора в молекуле в одинаковой степени активен при образовании HOCl в водном растворе.

4.4.2. Кислородсодержащие отбеливающие средства

Кислородсодержащие отбеливающие средства имеют в своем составе пероксид ион O_2^{2-} . К ним относятся пероксид водорода и его производные:

- пербораты ($\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ – перокситригидрат метаборат натрия);
- перкарбонаты ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – "персоль");
- персульфаты ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$);
- соли надугольной кислоты;
- перпирофосфаты $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}_2$;

- органические перекиси.

Пероксид водорода применяют в промышленности для беления различных тканей. Кроме естественных волокон, H_2O_2 применяется для искусственных и синтетических (вискозы, искусственного шелка, нейлона и терилена), а также для отбеливания тканей из смешанных натуральных и искусственных волокон.

Перборат натрия ($\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ или $\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) теоретически содержит 16 % кислорода, при растворении в воде действует как смесь H_3BO_3 , NaOH и H_2O_2 . Быстрее отбеливает, чем пероксид водорода. Применяют для хлопчатобумажных тканей, льна, синтетики, шерсти. Его используют для приготовления зубных порошков в смеси с различными щелочными минеральными детергентами и наполнителями, кроме того, применяют в медицине (в стоматологии).

Перкарбонат натрия ($2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$) легче растворяется в воде, чем NaBO_2 , содержит 12,5 % активного кислорода; применяют даже в некоторых пищевых продуктах.

Моноперсульфат калия ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) применяют для всех видов тканей, отбеливает лучше всех кислородных отбеливателей. При взаимодействии с NaCl он выделяет активный хлор, который в сочетании с активным кислородом оказывает бактерицидное действие. Применяется в моющих порошках, входит в состав средств для чистки зубов, для чистки унитазов, в смеси для чистки с абразивными веществами.

Все эти отбеливатели в горячей воде активно распадаются с выделением кислорода, их используют только для хлопчатобумажных и льняных тканей. Хранят в сухом месте, так как соединения, содержащие O_2^{2-} , разлагаются во влажной атмосфере и при обычной температуре. Если в состав отбеливателя ввести катализатор, снижающий температуру выделения активного кислорода от 90 до 50–60 °С, то их можно применять и для всех волокон, кроме шерсти (например отбеливатель "Универсальный").

4.1.3. Восстановительные отбеливающие средства

Восстановительные отбеливающие средства – это серосодержащие средства, которые обычно применяют для промышленного беления хлопчатобумажных окрашенных и неокрашенных тканей. Среди них гидросульфит натрия (NaHSO_3), дитионит ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$), формальде-

гидсульфоксилат натрия и цинка ($\text{NaHSO}_2 \cdot \text{CH}_2\text{O} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), формамидинсульфиновая кислота ($(\text{NH}_2)_2\text{C} = \text{SO}_2$).

Кислые соли всегда менее устойчивы термически, чем средние, поэтому при температуре в водном растворе эти вещества разлагаются, производя одновременно действие и образуя SO_2 (сернистый газ), который известен как отбеливатель. Его запах знаком всем он образуется в момент воспламенения спички. В больших концентрациях он ядовит. Следует соблюдать меры предосторожности при работе с отбеливателями. Промышленные отбеливатели носят названия "Лилия", "Лепесток" и др. Серосодержащие препараты универсальны. Ими можно отбеливать при любых температурах.

Дитионит ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) применяют в текстильной промышленности (для шерсти-сырца вместе с H_2O_2); для удаления пятен в смеси с Na_2CO_3 (1:1). Дитионит – сильный восстановитель, быстро окисляется во влажном воздухе с выделением тепла; играет важную роль в крашении тканей, так как позволяет не только "вытравкой" исправлять испорченные в окраске и печати места на ткани. Препарат действует при температуре 40 °C.

Ронгалит ($\text{NaHSO}_2 \cdot \text{CH}_2\text{O} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) применим для снятия красителей с тканей, для вытравок действует при повышенной температуре (90 – 100 °C).

Формамидинсульфиновая кислота ($(\text{NH}_2)_2\text{C} = \text{SO}_2$). Препарат мало растворим в H_2O , а растворы имеют кислую реакцию, со щелочами он образует соли, действует при температуре выше 40 °C, обладает восстановительным действием в кислой, нейтральной и щелочной средах, по силе действия равен дитиониту натрия.

4.1.4. Оптические отбеливающие вещества

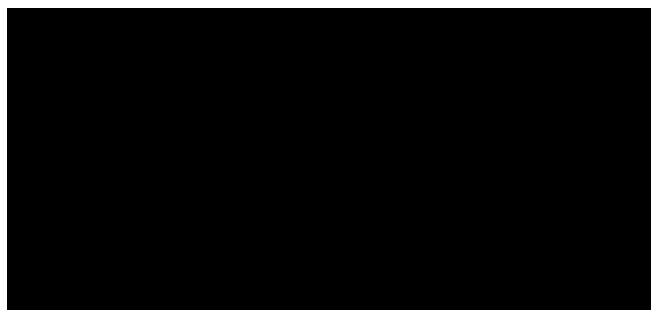
Оптические отбеливающие вещества – эти соединения не являются настоящими отбеливателями. Они не оказывают никакого воздействия на структуру ткани, а просто маскируют цветные пятна. Они дают различные оттенки белого цвета на хлопчатобумажных и других волокнах в результате обработки их водным или моющим раствором, содержащим небольшое количество флуоресцентного красителя. Отбеливание происходит благодаря смещению длины волны ультрафио-

летнего света в сторону видимой части спектра, что создает иллюзию особенной белизны.

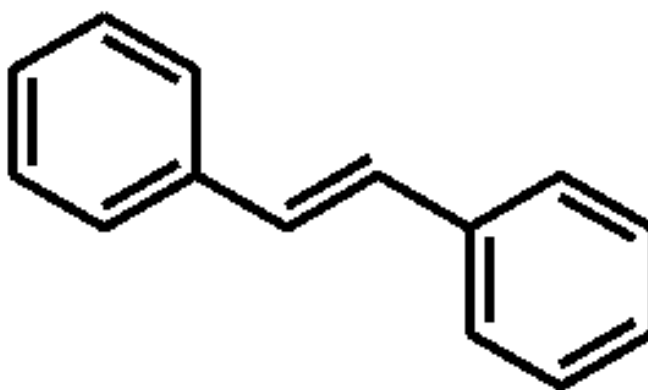
Таким образом, они компенсируют "дефицит" синевы в отраженном от желтоватой ткани свете. Ткани приобретают не только белизну, но и повышенную яркость. Необходимо соблюдать норму в дозировке препарата, иначе эффект может почти пропасть из-за собственной окраски отбеливателя.

Этих препаратов около 200 разновидностей: для всех видов тканей, пищевых продуктов, бумаги, косметических средств. Их состав сложен:

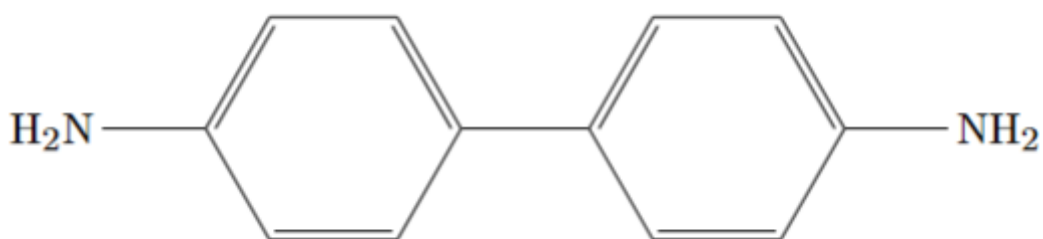
- Эскулетин



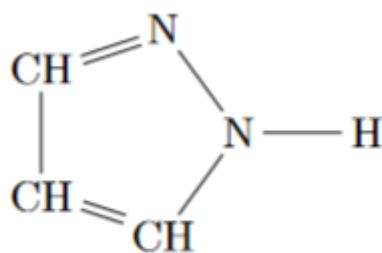
- Стильбен



- Бензидин



- Пиразол



Как самостоятельные препараты почти не выпускаются, их вводят в состав СМС, мыл или отбеливающих средств, которые применяют при стирке и химчистке тканей. В текстильной промышленности применяют непосредственно в отбельном, красильном, печатном, отделочном и др. цехах. Обработку ими производят непосредственно после химического отбеливания или на заключительной стадии аппретирования для оживления цвета (в красильном производстве), или для отбели белых мест (в печатном).

Основное требование к оптическим отбеливателям - их сродство к волокну, то есть закономерности построения молекул (плоскостная и линейная формы); светостойкость, устойчивость к стирке, к действию кислот, щелочей, окислителей и восстановителей. Оптическими отбеливающими средствами отбеливают только высококачественную бумагу на стадии размола в прессе для проклеивания или при меловании поверхности бумаги. Для синтетических волокон, пластмасс и при химчистке используют оптические отбеливатели, не растворимые в воде, но растворимые в органических растворителях.

4.2. Виды волокон и тканей

Волокна состоят большей частью из гигантских молекул с прямой цепью, которые характеризуются высокой степенью полимеризации. По своей химической природе они различны. В зависимости от происхождения и способа получения волокна разделяют на следующие группы:

а) натуральные волокна:

- шерсть, шелк, образующиеся из выделений живых организмов, состоящие из белков;
- хлопок, лен, конопля, состоящие из целлюлозы, образующиеся в растениях;

б) химические волокна.

Их подразделяют:

- на *искусственные*, получаемые при химической переработке природных материалов (главным образом, целлюлозы), - это вискоза, ацетатный и медноаммиачный шелк;
- *синтетические*, получаемые из специально синтезируемых химических материалов (главным образом, синтетических полимеров), – это волокна из полимеризационных смол (нитрон, хлорин) или поликонденсационных смол (лавсан, капрон, нейлон, дедерон, анид).

Химическая природа волокон определяет их устойчивость, способность к окрашиванию и набуханию. А способность к набуханию влияет на электрические свойства и на прочность во влажном состоянии.

Теплоизолирующие свойства определяются общим строением волокон и состоянием поверхности. Волокна с гладкой поверхностью (шелк, ацетат, лен) прилегают друг к другу плотнее, чем извитые волокна (шерсть), которые могут закручиваться в клубок или завиваться спирально.

Следовательно, в тканях из нитей с гладкой поверхностью не может содержаться много воздуха, то есть они будут менее теплыми. Волокна и ткани на их основе можно распознать по внешнему виду, физическим свойствам, действию на них реагентов, по характеру горения или плавления. Способы распознавания волокон представлены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Свойства волокон

Волокно	Физические свойства, внешний вид поверхности	Действие реагентов	Смятие в месте перегиба	Характер горения и вид обугленного волокна	Запах при горении
Хлопок	Рыхлая, шероховатая с торчащими волокнами. Волокна извилистые	Стоек к действию щелочей, разрушается сильными кислотами	Сминается	Горит быстро, ровным пламенем, пепел светло-серый с желтоватым оттенком, рассыпается	Жженой бумаги

Продолжение табл. 4.1

Волокно	Физические свойства, внешний вид поверхности	Действие реагентов	Смятие в месте перегиба	Характер горения и вид обугленного волокна	Запах при горении
Лён	Более плотная, чем у хлопка, волокна более длинные и гладкие, обладает хорошей теплопроводностью, прочностью	Стоек к действию щелочей, от растительного масла становится прозрачным	То же	То же	То же
Шерсть (белок кератин, содержащий серу)	Рыхлая, шероховатая, пушистая, матовая. Волокна упругие, состоят из скопления клеток, покрытых чешуйками	Растворяется в щелочи и концентрированных кислотах. Стойка к сильно разбавленным кислотам	Не сминается	Горит плохо, медленно, вспучивается, образуя плотный спёкшийся шарик, хрупкий на конце волокна	Паленых волос, жженого пера (рога)
Шелк натуральный (белок, без серы)	Гладкая, блестящая, высокая упругость ткани	Растворяется в щелочах, но более стоек, чем шерсть	То же	То же	То же
Вискоза (медно-аммиачный шелк)	Гладкая, блестящая	При смачивании H_2SO_4 становится красной	Сминается	Как хлопок полностью сгорает, пепел светлосерый, рассыпается	Жженой бумаги

Окончание табл. 4.1

Волокно	Физические свойства, внешний вид поверхности	Действие реагентов	Смятие в месте перегиба	Характер горения и вид обугленного волокна	Запах при горении
Полиэфирное (лавсан)	Похожа на шерсть, гладкая матовая. Устойчива к истиранию	Не смачивается водой, не действуют растворители, в щелочном растворе, при кипячении теряет прочность, не действуют окислители	Не сминается	Плавится без пламени, образуя твердый шарик на конце	Запаха нет (желто-коричневое кипящее пламя, щелочная реакция паров)
Полиамидное (капрон и нейлон)	Очень похожа на шелк, но не хрустит, гладкая, блестящая, высокая прочность, эластичность, электролизуется	Не смачивается водой, растворяется в кислоте (средство к жировым загрязнениям). Органические растворители не действуют	То же	Не горит, плавится без пламени, образуя твердый шарик на конце	Запах птичьего помета (щелочная реакция паров, остаток – твердый от коричневого до черного цвета)
Полиакрило-нитрильное (нитрон, ПАН)	Рыхлая, шероховатая, пушистая, матовая, прочная, эластичная с малой теплопроводностью (похожа на шерсть)	Растворители не действуют, в слабых щелочах желтеет, теряет прочность, окислители (отбеливатели) не действуют	>>	Сначала плавится, затем горит коптящим желтым пламенем с образованием твердого шарика на оплавленном месте	Нет запаха (пары имеют щелочную реакцию)

Сейчас все большее распространение получают изделия из так называемых *смешанных* волокон.

Вискозные волокна в смеси с хлопчатобумажными, натуральным шелком, шерстью и некоторыми синтетическими волокнами используются для изготовления бельевых, плательных, костюмных тканей, трикотажа.

Медноаммиачные в смеси с шерстью идут на изготовление ковровых тканей.

Ацетатные волокна, которые широко применяют для изготовления блузочных, плательных, декоративных тканей, трикотажного белья, галстуков, смешивают с капроном и лавсаном.

Штапельное ацетатное волокно используют в смеси с вискозным, с шерстью и хлопком. Из смешанных волокон, полученных из капрона, хлопчатобумажного волокна, вискозы и ацетата, делают тюль, гипюр, ворсовые ткани, похожие на бархат.

Лавсан смешивают с хлопком, шерстью, льном. Эти ткани прекрасно выглядят и мало мнутся.

Нитрон, похожий на шерсть, смешивают с шерстью. Такие ткани не сваливаются. Из них делают искусственный мех.

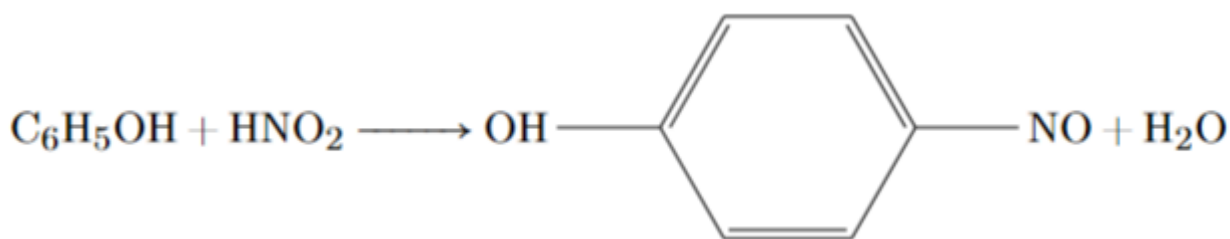
Все перечисленные свойства волокон и тканей позволяют установить тип волокна, из которого изготовлена вещь. Эти сведения необходимы при стирке, при домашней химчистке и особенно для того, чтобы правильно выбрать красители, если вы решите покрасить какую-либо вещь.

4.3. Классификация красителей

Наиболее распространена химическая классификация синтетических красителей, основанная на сходстве строения их молекул, методов получения и химических свойств [12].

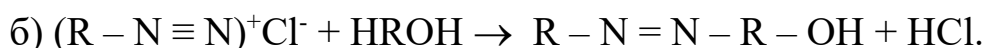
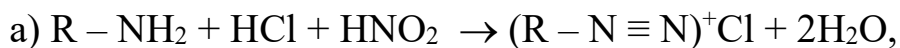
1. *Нитрокрасители* (в их состав входит нитрогруппа – NO_2) являются производными фенолов, нафтолов или ароматических аминов. Пригодны для крашения шерсти в желтый цвет, ацетатного шелка и хромовых кож в желтые и коричневые цвета.

2. *Нитрозокрасители* (в их состав входят нитрозогруппы – NO) являются производными фенолов, нафтолов (получают нитрозированием):



Нитрозокрасители обычно применяют для печати. Можно применять для крашения шерсти, шелка, для окраски мыла, в качестве пигмента для лакокрасочной, обоевой, полиграфической промышленности.

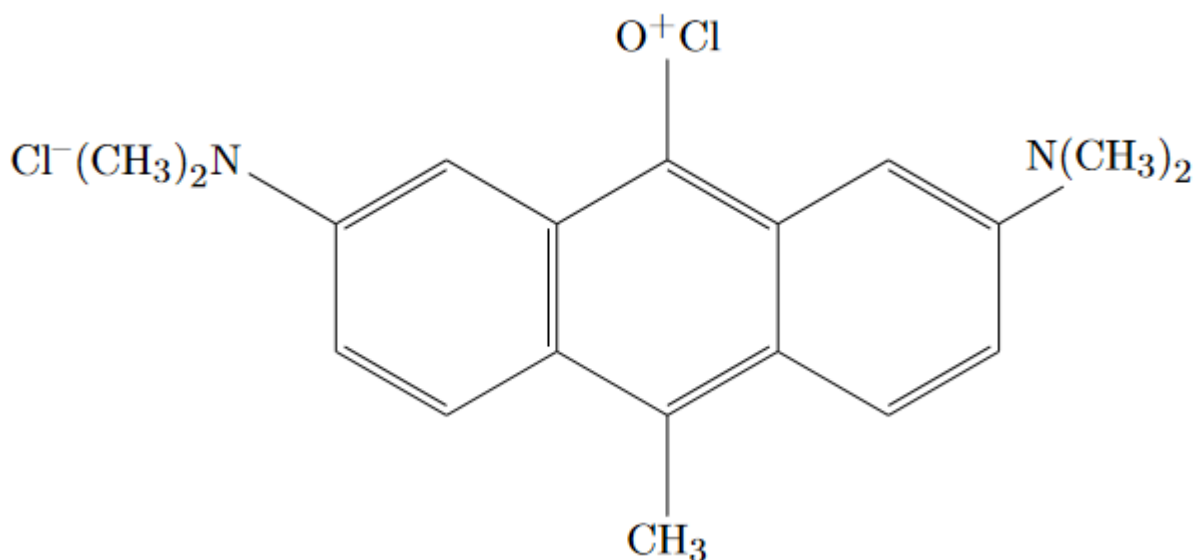
3. *Азокрасители* (в состав входят азогруппы $-\text{N}=\text{N}-$) получают диазотированием ароматических аминов с последующим сочетанием диазосоединений с amino- или окисоединениями:



Применяют во всех отраслях промышленности: лакокрасочной, полиграфической, резиновой, кожевенной, производстве пластмасс, химических волокон [13].

4. *Арилметановые* красители (в составе которых содержится хиноидная группировка) являются производными диарилметана или триарилметана (трифенилметан).

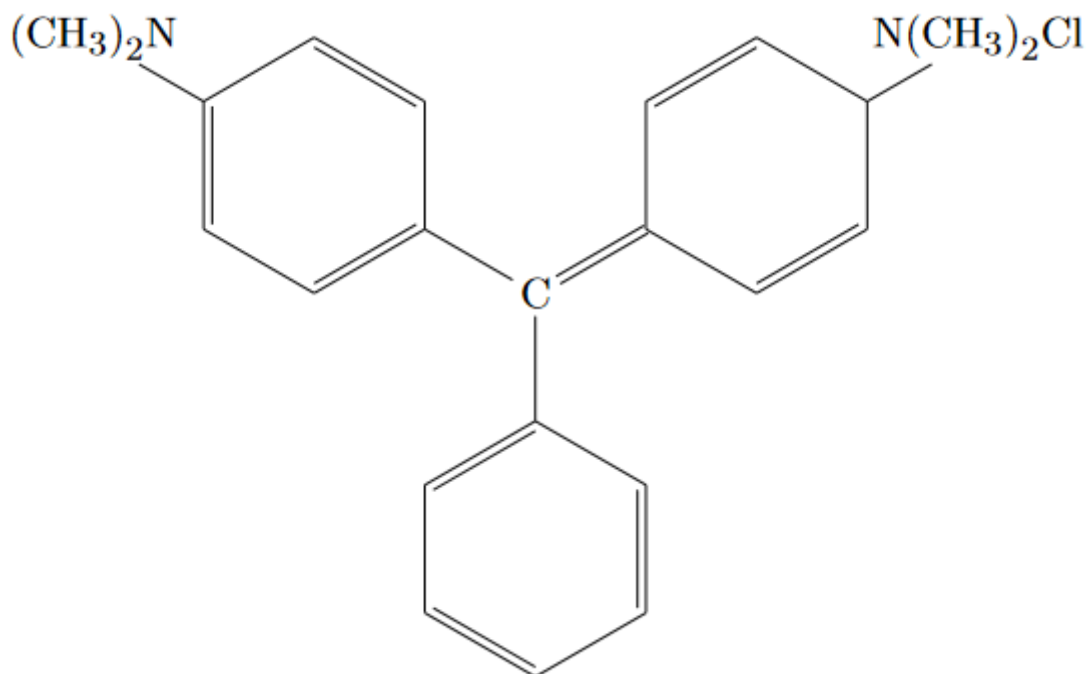
Например, пиронин Ж – краситель красного цвета для животных и растительных волокон, он не изменяет цвет под действием щелочей.



По технической классификации аминотриарилметановые красители подразделяются:

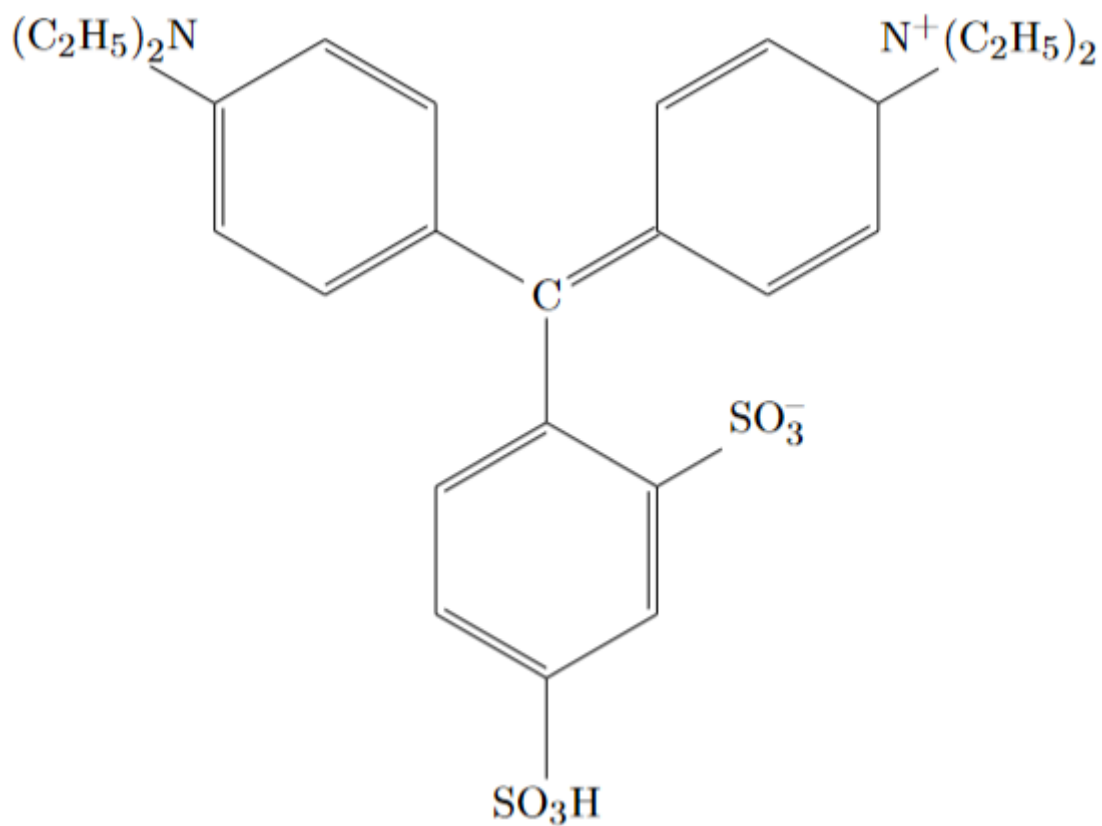
1. *Основные* красители (в форме солянокислых солей). Пригодны для крашения хлопка и шелка в зеленый цвет.

Например, малахитовый зелёный

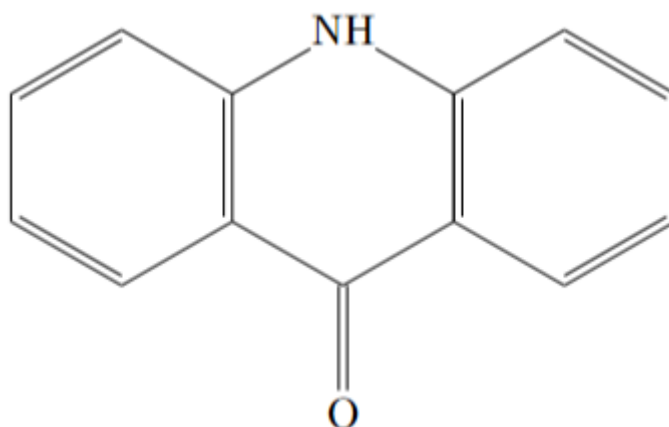


2. *Кислотные* красители (в форме натрийсульфатов). Просты в производстве, стойки к воздействию света и щелочным обработкам.

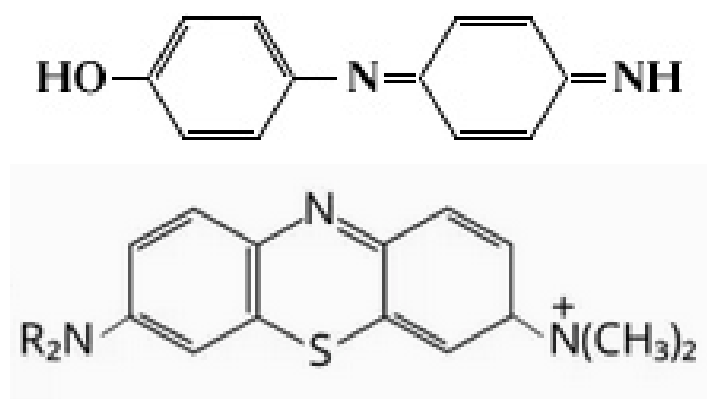
Например, кислотный ярко-голубой



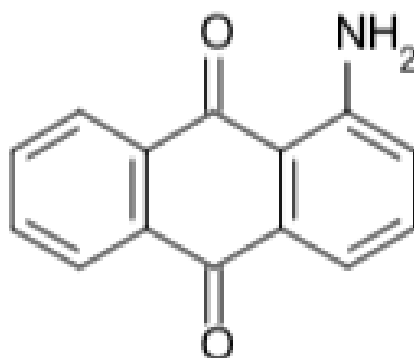
3. Хинакридоны (в составе акридоновая группировка)



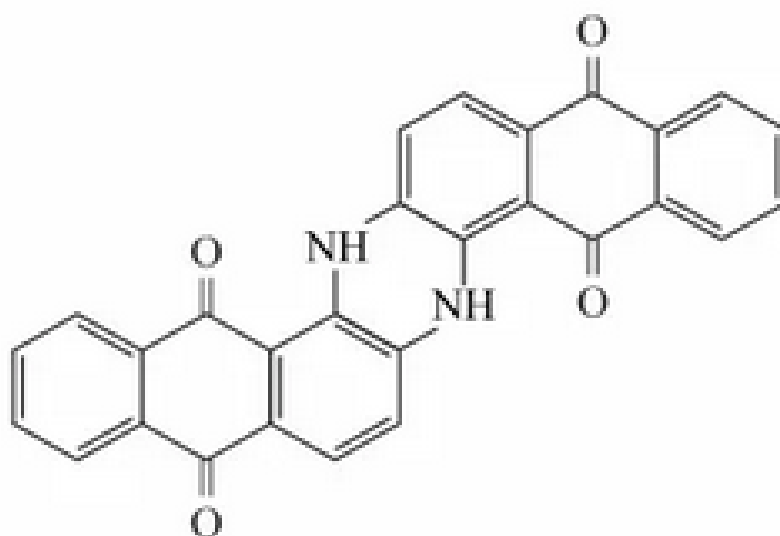
4. Хинониминные. Красители – оксазиновые, тмазиновые, азиновые, предназначены для крашения меха (например, черный анилин).



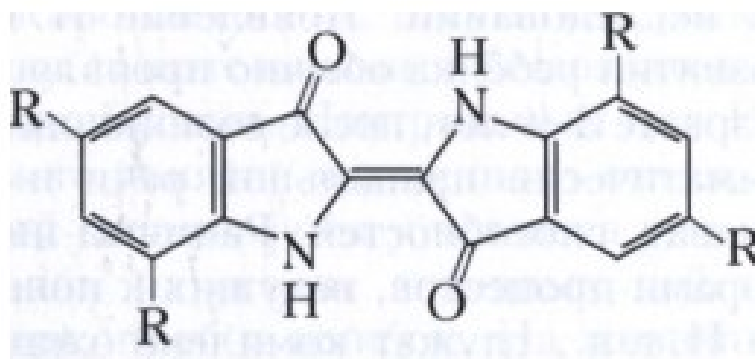
5. *Антрахиноновые* - это производные антрахинона.



6. *Кубовые полициклические* красители, содержащие в составе не менее двух карбонильных групп $C=O$, соединенных между собой системой сопряженных двойных связей. Эти препараты вследствие своей нерастворимости в воде и щелочах особенно устойчивы к стирке и обладают высокой светостойкостью[14]. Индантрон, кубовый синий О, синий 60), полициклический кубовый краситель,

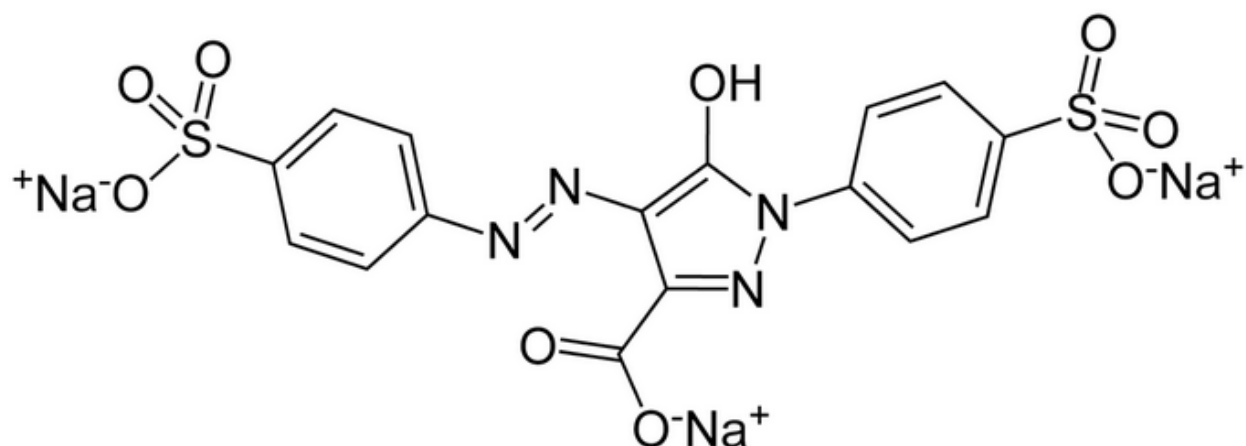


7. *Индигоидные* красители – индиго и его производные. К ним относятся тиюиндиго, несимметричные индигоидные красители.

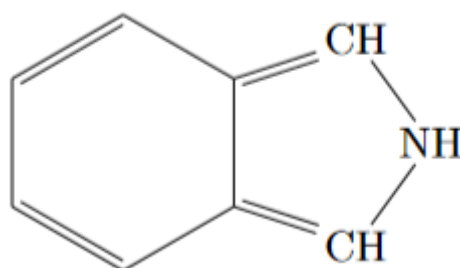


8. *Сернистые* красители, содержащие в составе сульфидные ($-S-$), дисульфидные ($-S-S-$), полисульфидные ($-S_n-$), сульфоксидные ($-SO-$) и другие группировки, содержащие серу. Их применяют для крашения тканей и пряжи из растительных волокон.

Тартразин; Кислый жёлтый; E102;

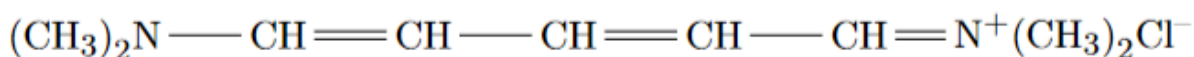


9. *Фталоцианиновые* красители – производные изоиндола применяют в лакокрасочной и текстильной промышленности.

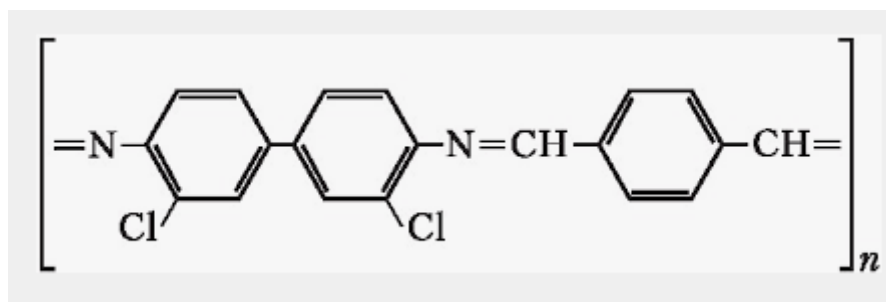


10. *Полиметиновые* красители (в составе содержат полиметиновую цепь $-\text{CH}=\text{CH}-$). Входят в группу катионных, применимы для крашения нитрона.

Например, желтый краситель



11. *Азометиновые* красители (в составе содержится группировка $\text{C}=\text{N}-$) являются ценными для синтетических волокон.



Химическая классификация не отражает технических свойств и назначения красителей. Важны практические условия, в которых данный краситель должен и может применяться.

С другой стороны, по технической классификации красители делятся на группы:

- 1) для текстильной промышленности;
- 2) для кожи;
- 3) для других отраслей промышленности.

Внутри каждой группы существует распределение по классам.

Для удобства изучения красителей целесообразно объединить химическую классификацию с технической. Эти препараты, вследствие своей нерастворимости в воде и щелочах, особенно устойчивы к стирке и обладают высокой светостойкостью.

Вопросы для самоконтроля

1. Дать классификацию отбеливающих средств.
2. Дать классификацию красителей.
3. Какая роль хлора и кислорода в отбеливающих средствах?

4. Какая особенность восстановительных отбеливающих средств?
5. Каков механизм действия оптических отбеливающих средств?
6. Какие связи обращаются между красителем и материалом в процессе окрашивания?
7. Написать химическую формулу белильной извести.
8. Каков химический состав отбеливателя "персоль" ?
9. Перечислить области применения вискозных, медноаммиачных, ацетатных и штапельных волокон.
10. Назвать основное отличие нитрозокрасителей от нитрокрасителей.
11. Написать химическую формулу малахитового зеленого красителя.
12. Написать химическую формулу функциональной группы, входящей в состав азометиновых красителей.

Глава 5. ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

5.1. Классификация лакокрасочных материалов

Появление красок и крашения относится к доисторическим временам.

Краски были известны задолго до того, как появились письменные сообщения о них. Несмотря на то, что появление красок относится к доисторическим временам, современная красочная промышленность создана сравнительно недавно. Меньше чем 200 лет назад еще не существовало готовых красок и приходилось перед употреблением смешивать и перетирать ингредиенты.

Лакокрасочные материалы – многокомпонентные составы, способные при нанесении тонким слоем на поверхность изделий высыхать с образованием пленки, удерживаемой силами адгезии. Пленка может быть бесцветной или окрашенной, прозрачной или непрозрачной.

Лакокрасочные материалы (ЛКМ) применяют для получения защитных, декоративных и электроизоляционных покрытий на изделиях, изготовленных из металлов и неметаллических материалов (дерева, пластмассы). В зависимости от состава и назначения ЛКМ подразделяют на лаки, эмали, масляные краски, грунтовки и шпатлевки (рис. 5.1).

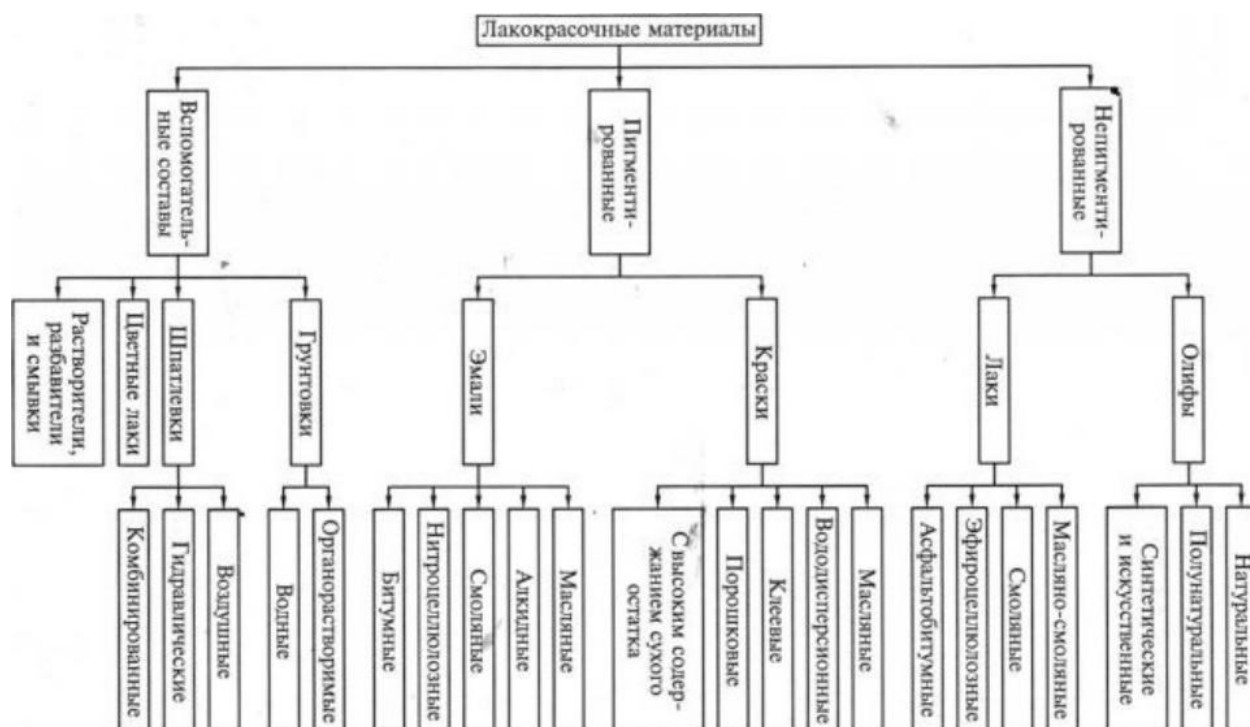


Рис. 5.1. Классификация лакокрасочных материалов

Лаки – это растворы природных или синтетических пленкообразующих веществ в органических растворителях. В их состав могут входить пластификаторы, отвердители, катализаторы отверждения, свето- и термостабилизаторы, антистатика, органически растворимые красители и др. Они служат для получения прозрачных покрытий или нанесения поверхностного слоя эмали для увеличения блеска покрытия. Лаки применяют и в качестве полуфабрикатов для изготовления грунтовок, шпатлевок и эмалей.

Грунтовки, шпатлевки, эмали и краски представляют собой пигментированные лаки или олифы (высыхающие масла с добавкой катализатора процесса высыхания – сиккатива). Краски, изготовленные на основе лаков, называют эмалевыми красками или *эмалями*, а изготовленные на основе олифы – *масляными*. Состав эмалей, красок, грунтовок, шпатлевок можно изобразить следующей схемой (рис. 5.2):

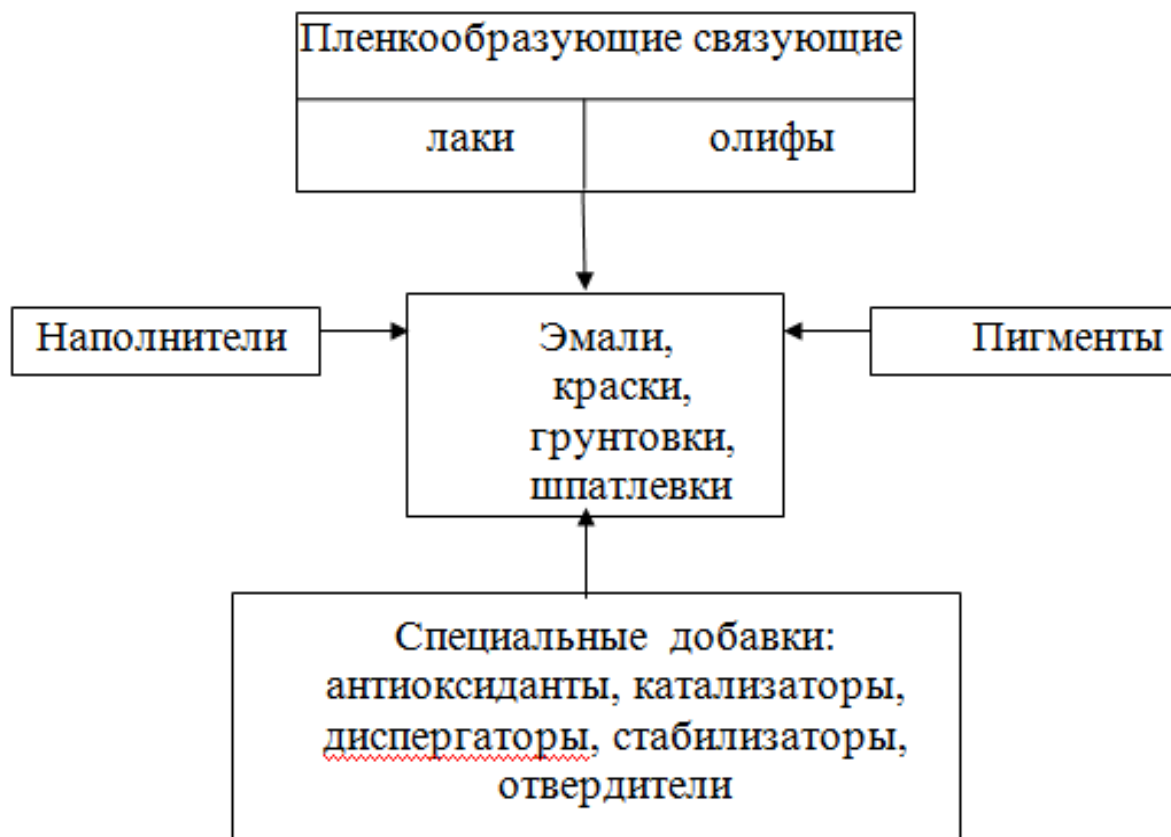


Рис. 5.2. Состав эмалей, красок, грунтовок и шпатлевок

Эмали представляют собой дисперсии минеральных или органических пигментов или их смеси в растворах лаков. Содержание пигмента – разное в зависимости от назначения. Порошковые эмали – это сплав смолы с пигментами. Эмали имеют хороший разлив, пленка покрытия глянцевая (автомобили) или матовая (приборы), в зависимости от назначения. Применяют для получения верхних слоев покрытий. Придают цвет и стойкость в условиях эксплуатации.

Масляные краски получают на основе натуральной или синтетической олифы. Содержат минеральные пигменты и наполнители, иногда ПАВ. У них плохой разлив, пленка покрытия матовая, сравнительно мягкая. Служат для получения грунтовочных и верхних слоев покрытий.

Водоэмульсионные краски получают на основе масляных, поливинилацетатных и других эмульсий.

Грунтовки изготавливают на основе лака (лаковые) и на основе олифы (масляные). Пигментов и наполнителей вводят от 50 % и более, а также добавляют пластификаторы, отвердители, ПАВ и специ-

альные добавки. Их применяют для нанесения нижних слоев покрытия, которые обеспечивают прочную адгезию с окрашиваемой поверхностью и обладают хорошими антикоррозионными свойствами.

Шпатлевки изготавливают на основе лаковых растворов синтетических пленкообразующих или олифы. Содержание пигментов и наполнителей до 300 % от массы связующего. Их применяют для выравнивания поверхности. Имеют более высокую вязкость, чем все остальные.

Все наносимые слои должны быть совместимы, то есть обладать способностью создавать прочное монолитное лакокрасочное покрытие.

5.2. Основные компоненты красок

5.2.1. Пигменты

Пигменты были известны еще две – три тысячи лет тому назад. Пигменты и красители определяют цвет и кроющую способность, или укрывистость, краски. Кроющая способность определяется количеством пигмента в граммах, необходимым для получения непрозрачного слоя краски, перекрывающего первоначальный цвет поверхности на площади 1 м². Первыми органическими природными красителями были ализарин, индиго (из растений), а к середине прошлого века начали применять искусственные красители. В настоящее время лакокрасочная промышленность располагает сотнями пигментов и красителей различных цветов. По химическому составу они бывают природные (минеральные) и синтетические (органические и неорганические).

К природным относятся мел (применяется в качестве основного пигмента в клеевых, вододисперсионных красках, шпатлевках, а в качестве вспомогательного – в масляных, алкидных и др.), охра, сурик железный, тальк (повышает атмосферостойкость покрытий), барит.

К синтетическим относятся искусственно полученные оксиды или соли металлов (цинковые и титановые белила), металлические порошки (алюминиевая пудра, цинковая пыль), а также элементарный углерод (сажа, графит). Возрастающее значение приобретают органические пигменты, сообщающие красивые яркие тона покрытиям.

Белые пигменты.

Цинковые белила (ZnO) изготавливают окислением руды, содержащей ZnS , или Zn . Возможность применения ограничена, так как есть реальная опасность его взаимодействия со связующим в составе краски.

Титановые белила (TiO_2) обладают хорошей укрывистостью и чистым белым цветом. Пигмент TiO_2 существует в 2-х кристаллических формах – октаэдрической (или анатазной) и рутильной. Они отличаются друг от друга по укрывистости и способности мелиться. TiO_2 анатазной формы в отличие от рутильной может присоединять две молекулы H_2O и образовывать пероксидные группировки. Под действием ультрафиолетовых лучей эта форма способна выделить озон и кислород, которые окисляют пленкообразующее у поверхности пигмента, в результате чего частицы пигмента оказываются не связанными с пленкообразующим и легко отделяются от эмалевого покрытия (то есть покрытие мелится – покрытие становится матовым, легко загрязняется, появляются белые подтеки от дождя). Таким образом, белила анатазной формы нельзя применять в эмалях, подвергающихся действию ультрафиолетовых лучей. У них низкая атмосферостойкость. Они пригодны для внутренних работ.

Свинцовые белила, свинцовый сурик Pb_3O_4 – традиционный пигмент для грунтовок под металлы благодаря антикоррозионным свойствам. Его получают окислением PbO при высоких температурах.

Литопон – смесь BaSO_4 и ZnS , полученная соосаждением из растворов BaS и ZnSO_4 . Существует много сортов литопона, отличающихся по содержанию обоих компонентов. Их применяют в составах грунтовок и верхних покрытий в помещениях.

Желтые и оранжевые пигменты – свинцовые, цинковые, стронциевые, железноокисные соединения хрома, охра, свинцовый сурик (Pb_3O_4).

Желтый хром – это хроматы свинца, цинка, а иногда и бария. Получают методами осаждения.

Хроматы свинца обладают устойчивостью, но склонны к потемнению, если есть сернистые соединения в окружающей среде. Входят в состав декоративных красок.

Хроматы цинка не темнеют, но у них ниже укрывистость. Входят в состав устойчивых к коррозии красок для грунта.

Оксиды железа выпускаются в большом ассортименте – от желтого и красного до черного, в зависимости от состава и формы кристаллов. В состав природного пигмента входят охра, сиенна и умбра, и получают его очисткой различных минеральных руд. Синтетические пигменты получают дозированным окислением раствора FeSO_4 .

Синие пигменты – это соединения кобальта, железная лазурь, ультрамарин.

Ультрамарин синий еще в древности был известен как камень-самоцвет ляпис-лазурь. Впоследствии его называли ультрамарин. Изготавливают нагреванием в течение нескольких дней смеси каолина, серы, Na_2CO_3 и смолы. Состав продукта и цвет зависят от соотношений всех компонентов. Он обладает высокой стойкостью к действию света.

Берлинская лазурь выпускалась под названием малярная лазурь, милори, китайская лазурь. Она разрушается под действием щелочей, поэтому окрашивать лакокрасочными материалами, содержащими ее, цементные поверхности нельзя. Получают ее окислением выделившегося в осадок железистосинеродистого железа.

Зеленые пигменты – соединения хрома (III), меди и др.

Зеленую окись Cr_2O_3 получают восстановлением $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Представляет смесь Cr_2O_3 и гидратированного оксида $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Придает покрытию тусклый зеленый цвет и высокую прочность, называют "хромовой зеленью".

Черные пигменты – технический углерод (графит, сажа) и оксиды железа.

Газовая сажа существует в различных видах в зависимости от степени чистоты исходных органических веществ, при неполном сгорании которых она получается.

Органические пигменты – фталоцианиновые, азокпигменты и др.

Фталоцианиновый голубой обладает высокими качествами по прочности и красящей способности. Это медьсодержащий органический комплекс.

Фталоцианиновый зеленый получают хлорированием предыдущего. При этом, чем больше содержание хлора в продукте, тем больше интенсивность желтой окраски. Фталоцианиновый зеленый с выраженным желтым оттенком получают при введении брома. Органи-

ческие пигменты должны обладать светостойкостью, термостойкостью (особенно для печатных красок (180 – 220 °С), стойкостью к органическим жидкостям (не должны растворяться в растворителях и пластификаторах). Пигменты не должны менять свой цвет при нагревании. Некоторые органические пигменты при 150 – 200 °С резко изменяют цвета, а минеральные пигменты выдерживают длительный нагрев при температуре выше 500°С без изменения цвета.

Металлические пигменты – это алюминиевые, бронзовые, цинковые порошки и др.

Пигмент из алюминия входит в состав большинства "серебряных" красок.

Пигмент из бронзы – в состав "золотых" красок. Оттенок пигмента зависит от состава медного сплава, из которого его получают.

Таким образом, в цветных покрытиях помимо цвета пигмент обеспечивает укрывистость, повышает атмосферостойкость и твердость, отражает или поглощает свет, снижает набухаемость пленки в воде; в грунтовках он способствует замедлению коррозии металлов, заполняет поры древесины, улучшает адгезию; в шпатлевках, содержащих большое количество пигмента и наполнителей, он способствует выравниванию поверхности, обеспечивает высокую твердость покрытия и способность шлифоваться.

5.2.2. Наполнители

Кроме основного пигмента в состав краски часто вводят *наполнители*, которые обладают меньшей кроющей способностью. Это тонкодисперсные неорганические вещества, не растворяющиеся в растворителях и пленкообразователях (связующем). Служат для "разбеливания" пигментов (уменьшения интенсивности цвета) и снижения их расхода, то есть для удешевления лакокрасочного материала. Иногда они придают покрытиям новые свойства (улучшают прочность и защитные свойства). Лучшие наполнители – мел, тальк, каолин, сульфат бария, слюда. Все они являются природными продуктами.

Мел состоит из CaCO_3 – один из самых дешевых наполнителей, широко используется в шпатлевках.

Каолин (фарфоровая глина – это природный силикат алюминия). Его примерный состав $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, используется в грунтовках. *Синтетический силикат* – это алюмосиликат натрия с более высоким значением отношения $\text{SiO}_2 : \text{Al}$. *Слюда* (алюмосиликат калия) обычно используется как наполнитель в составе термостойких кремнийорганических эмалей. Она повышает термостойкость на 50 – 100 °С, но в то же время и увеличивает адгезионные свойства, эластичность и стойкость к трению эмульсионных красок. Предотвращает осаждение пигментов (типа Pb_3O_4 – свинцового сурика) в масляносмоляных красках.

Тальк и *доломит* – природные силикаты магния и природный метасиликат кальция. В красках тальк снижает скорость седиментации пигментов и облегчает размешивание осадка на дне, повышает атмосферостойкость покрытий. Применяют в поливинилацетатных эмульсионных красках. *Барий* и *тальк* вводят в грунтовки для древесины. Они способствуют улучшению качества и декоративных свойств поверхности.

5.2.3. Пленкообразующие связующие

Одним из компонентов краски является *пленкообразующее связующее*, ответственное за образование пленки после высыхания. Оно может быть природным и синтетическим.

К *природным* относятся растительные масла, природные смолы (канифоль, кораллы, янтарь и др.), битумы, целлюлоза, белковые вещества (казеин, костный клей).

К *синтетическим* относятся смолы: алкидные, фенолоформальдегидные, перхлорвиниловые, карбамидные и др. Все лакокрасочные материалы в зависимости от входящих в их состав пленкообразующих веществ разделены на группы (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Классификация синтетических лакокрасочных материалов

Номер	Группа	Условное обозначение	Назначение
1 2	Глифталевые алкидные Пентафталевые смолы	ГФ ПФ	Противокоррозионные, атмосферостойкие, токопроводящие, электроизоляционные, декоративные, типографские, бактерицидные
3	Меламинные	МЛ	Атмосферостойкие
4	Мочевинные	МЧ	»
5	Фенольные	ФЛ	Маслобензостойкие
6	Феноло-алкидные	ФА	Противокоррозионные, огнезащитные, электроизоляционные
7	Эпоксидные	ЭП	Атмосферостойкие, противокоррозионные, химически стойкие, маслобензостойкие, термостатические, электроизоляционные, токопроводящие, декоративные, маскировочные, морозостойкие, типографские, бактерицидные, антифрикционные, эрозионностойкие
8	Эпоксифирные	ЭФ	Противокоррозионные, водостойкие
9	Алкидно- и масляностирольные	МС	Типографские
10	Полиэфирные насыщенные	ПЭ	Радиационностойкие
11	Полиакриловые	АК	Противокоррозионные, терморегулирующие

Продолжение табл. 5.1

Номер	Группа	Условное обозначение	Назначение
12	Полиуретановые	УР	Эрозионностойкие, атмосферостойкие, маслобензостойкие, электроизоляционные, декоративные, радиопрозрачные
13	Сополимерноакриловые	ЛС	Светоотражающие, светящиеся, радиопрозрачные, токопроводящие, антистатические, декоративные, маскировочные, морозостойкие, типографские
14	Нитроцеллюлозные	НЦ	Атмосферостойкие, декоративные
15	Этилцеллюлозные	ЭЦ	Светоотражающие, бактерицидные
16	Перхлорвиниловые	ХВ	Радиационностойкие, атмосферостойкие, маслобензостойкие, противокоррозионные, бактерицидные, водостойкие, маскировочные
17	Сополимерновинилхлоридные	ХС	Химически стойкие и огнезащитные
18	Кремнийорганические	КО	Атмосферостойкие, термостойкие, термогерметичные, светоотражающие, электроизоляционные, токопроводящие, морозостойкие
19	Дивинилацетиленовые	ВН	То же
20	Поливинилацетальные	ВЛ	Термо-, масло-, бензо- и водостойкие
21	Каучуковые	КУ	Огнезащитные, эрозионно- и радиационностойкие

Окончание табл. 5.1

Номер	Группа	Условное обозначение	Назначение
22	Полиамидные	АД	Эрозионностойкие
23	Фторопластовые	ФП	Химически стойкие, маслбензостойкие, термостойкие, электроизоляционные, радиационностойкие, антистатические, антифрикционные
24	Битумные	БТ	Химически стойкие
25	Канифольные	КФ	То же
26	Масляные	МА	Атмосферостойкие, декоративные, типографские, бактерицидные

Внутри групп лакокрасочные материалы расположены по признаку назначения (табл. 5.2.).

Таблица 5.2

Назначение лакокрасочных материалов

Группа	Условные обозначения
Атмосферостойкие	1
Ограниченно-атмосферостойкие (под навесом и внутри помещения)	2
Водостойкие	4
Специальные (покрытия, обладающие специальными свойствами)	5
Маслбензостойкие	6
Химически стойкие	7
Термостойкие	8
Электроизоляционные	9
Грунтовки	0
Шпатлевки	00

Марка ЛКМ складывается из буквенных обозначений группы (см. табл. 5.1) и нескольких цифр, из которых первая указывает назначе-

ние материала (см. табл. 5.2), а остальные составляют порядковый номер регистрации материала.

Например, эмаль ХВ-16 – перхлорвиниловая эмаль (ХВ), атмосферостойкая – 1 (см. табл. 5.1), регистрационный номер – 6 (см. табл. 5.2).

Грунтовка ГФ-031 – глифталевая (ГФ) грунтовка – 0, регистрационный номер – 31.

Шпатлевка ЭП-0010 – эпоксидная (ЭП) шпатлевка – 00, регистрационный номер – 10.

По типу связующего краски разделяют:

- а) *масляные* – в качестве связующего содержат олифу;
- б) *эмалевые* (в том числе клеевые, силикатные, эмульсионные) – в качестве связующего содержат синтетические смолы и другие высокомолекулярные соединения, растворенные с помощью органического растворителя.

5.3. Масляные краски

Эти краски самые распространенные в быту. Их наносят кистью, валиком. Процесс высыхания связан с химической реакцией взаимодействия пленкообразующего вещества с кислородом воздуха. В состав олифы (и других высыхающих масел) входят глицериды, точнее триглицериды ненасыщенных жирных кислот с длинной цепью типа линоленовой:



На воздухе эти глицериды претерпевают ряд сложных химических превращений, до сих пор до конца неизученных. Но установлено, что во время высыхания олифы происходит испарение, но только не воды (ее нет), а продуктов распада органических молекул (узнаем запах). Окисление проходит через стадию образования пероксидных групп в пероксидах и гидропероксидах, которые служат инициаторами процесса полимеризации. Запах вскоре пропадает, но олифа еще не высохла. Этот процесс длится сутки, пока образуется прочная пленка.

В настоящее время синтетические смолы вытеснили высыхающие масла, хотя бóльшая часть смол получается на их основе. Процессы окисления протекают также за счет ненасыщенных радикалов жирных кислот, входящих в состав смол. Чаще всего это алкидные смолы, а также фенольные, карбамидные, кетонные, углеродные, эпоксидные. Растительные масла используют в них как модифицирующие компоненты.

Процесс высыхания можно ускорить, если добавить в полимеризационные масла вещества, катализирующие реакцию окисления высыхающих масел и смол. Их общее название – *сиккативы*. Это некоторые металлы - Co, Mn, Zn, Pb, Ca, Zr (в виде смесей в основном) и металлические соли нафтенных кислот. (Нафтенны́е кислоты – это смесь циклических карбоновых кислот, выделенных из нефти). Выбор металла зависит от требований, предъявляемых к краске, от масла или смолы, входящих в состав. Они сильно влияют на скорость (ускоряют) высыхания и свойства получаемого покрытия. Обычно в олифу или маслосодержащий лак вводят смесь из 0,12 % сиккатива, содержащего Co; 0,13 % сиккатива, содержащего Mn; и 0,45 % сиккатива, содержащего Pb.

Типичный представитель сиккатива-катализатора – *линолеат кобальта (II)* – $\text{Co}(\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COO})_2$, а активатор – нафтенат Ca. Ион кальция помогает линолеату Co (II) ускорять поглощение кислорода воздуха олифой.

Избыточное содержание сиккатива может привести к разрушению краски впоследствии, качество покрытия ухудшается: необходимо соблюдать рекомендуемые нормы расхода сиккатива. Количество сиккатива не должно превышать 5 % от массы краски.

Недостатком некоторых (например эпоксидных) синтетических пленкообразующих веществ является необходимость применения при их сушке высоких температур (160 – 180 °C) для получения покрытий хорошего качества. Поэтому понятно стремление создать соединения, способные к полимеризации непосредственно на поверхности изделия без нагревания. Для этого в лакокрасочный материал вводят *отвердители* – ускорители отверждения. Их назначение понятно. Они способствуют отверждению, ускоряют этот процесс. Применяют их для образования необратимых покрытий эпоксидных смол.

Эпоксидные смолы представляют собой низковязкие продукты, которые сами по себе не могут образовывать качественное покрытие, но при взаимодействии с отвердителем (амины, полиамиды, кислоты) макромолекулы "сшиваются" и получается полимер сетчатого строения. Эпоксидный ЛКМ смешивают с отвердителем непосредственно перед употреблением в строго установленных соотношениях. После смешения он начинает взаимодействовать со смолой, но очень медленно. Скорость реакции можно увеличить повышением температуры до 90–150 °С. В качестве отвердителей применяют обычно *полиэтиленполиамин* и *гексаметилендиамин*. Избыток отвердителя (даже 10–15 %) остается в пленке покрытия и приводит к снижению его водостойкости. Для повышения химической стойкости и водостойкости покрытий в последние годы в качестве отвердителя начали применять кремнийорганические соединения.

5.4. Эмали или лаки

Эмали и лаковые краски составляют вторую большую группу. Их пленка образуется не за счет химически необратимых реакций, а после испарения растворителя, в котором растворено твердое вещество. Оно и образует пленку, не отличающуюся химически от полимера, находившегося в исходной эмали. Растворитель улетучивается, и остается прилипшая к поверхности пленка. Высыхание здесь чисто физическое, химические процессы не имеют места. Таким образом, растворимые пленкообразующие вещества в органических растворителях или воде - это *лаки*.

Все ЛКМ содержат 30–85 % различных *растворителей*: толуол, ксилол, этиловый и бутиловый спирты, этил- и бутилацетат, бензин, уайт-спирит и др. Это обуславливает их токсичность, опасность для работающих, загрязнение окружающей среды. Традиционно в лакокрасочной промышленности используют растворитель *скипидар*, получаемый из разных видов сосны. Его потребление снизилось из-за дороговизны. В качестве его заменителя используют *уайт-спирит*, который является фракцией нефти, получаемой при перегонке. Он состоит из смеси алифатических и ароматических углеводородов. Применяются ароматические углеводороды (толуол, ксилол), спирты (изопропиловый и н-бутиловый), сложные эфиры (бутилацетон), ке-

тоны (метилэтилкетон) и эфиры гликоля (моноэтиловый эфир этиленгликоля).

Одна из важнейших задач сегодня для лакокрасочной промышленности – исключить органические растворители из состава ЛКМ. Для этого существуют три пути:

- 1) чтобы растворитель не улетучивался;
- 2) использовать порошковые краски;
- 3) применять в качестве растворителя воду.

Алкидные эмали состоят из ксилола (растворителя) и алкидных смол. Например, глифталевую смолу (ГФ) получают из глицерина и фталевого ангидрида. Пентафталевую смолу – из пентаэритрита и фталевого ангидрида. Сушку алкидных эмалей производят в естественных условиях в течение 24 – 72 часов или при 80 – 150 °С в течение 0,5 – 3 часов. Образуется *необратимое покрытие* за счет испарения растворителя с поверхности пленки (I стадия) и химической реакции (II стадия). Причем, повышение температуры окрашиваемой поверхности приводит к образованию высокопрочной пленки гораздо быстрее. Алкидные эмали используются для внутренних работ. Глифталевые покрытия по атмосферостойкости уступают пентафталевым, поэтому их применяют внутри помещения, а пентафталевые – как внутри, так и снаружи.

Для наружных работ используют эмали на основе сополимеров винилхлорида (ХС), нитроцеллюлозные (НЦ), а также на основе перхлорвиниловой смолы (ХВ), полиакрилов (АК). Эти покрытия быстро высыхают при комнатной температуре, отличаются низкой влагопроницаемостью, а некоторые – высокой стойкостью к агрессивным средам. ХВ покрытия имеют небольшую термостойкость (до 100 °С, выше этой температуры происходит отщепление хлористого водорода). ХС покрытие превосходят ХВ по адгезии к металлам, морозостойкости, химической стойкости, но уступают по атмосферостойкости. НЦ эмали быстро сохнут, но боятся солнечных лучей, выдерживают только 2–4 года, после чего трескают и теряют блеск.

Все эти материалы образуют *обратимые покрытия* (рис. 5.3), которые отличаются от необратимых (рис. 5.4), проходящих две стадии при высыхании: I стадия – улетучивание растворителей (или расплавление порошка); II стадия – химическая реакция – поликонденсация, полимеризация, которая протекает более полно при нагреве.

Причем, полиакрилаты (АК) образуют как обратимые, так и необратимые покрытия при введении в макромолекулу карбоксильных, гидроксильных, эпоксидных, метилольных групп. На основе таких полимеров созданы эмалевые покрытия, имеющие хороший глянец и высокую прочность.

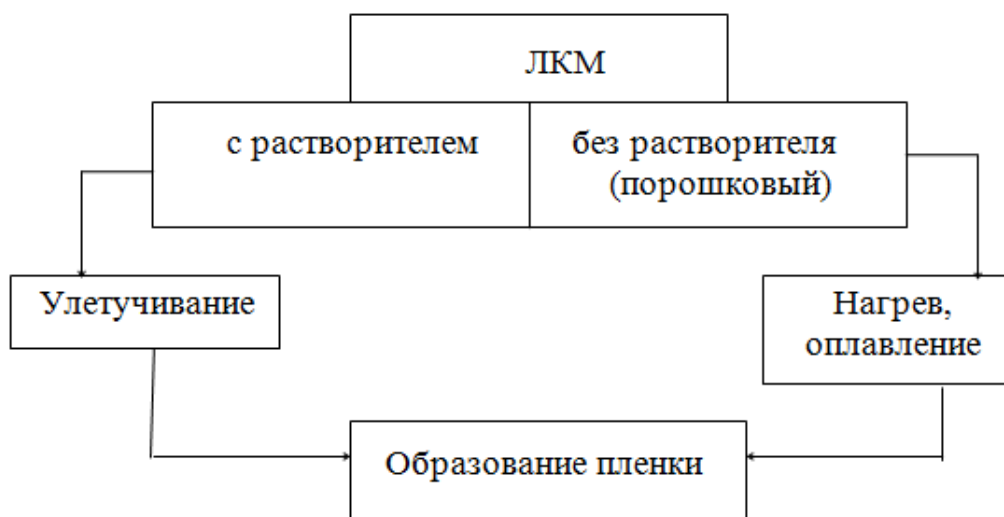


Рис. 5.3. Схема процесса образования обратимого покрытия

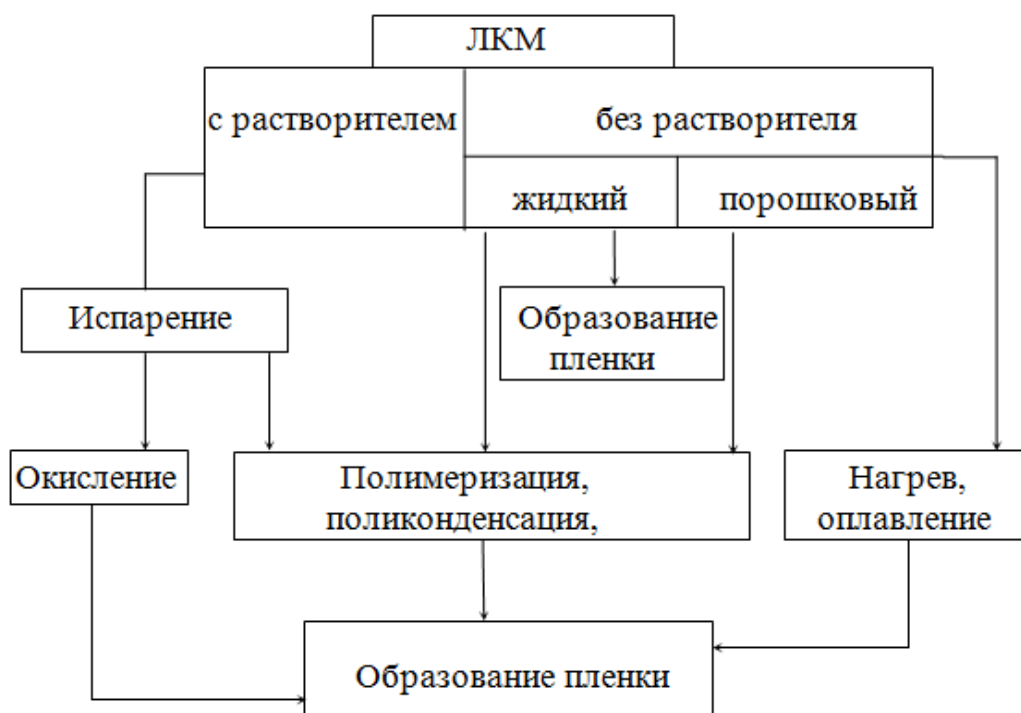


Рис. 5.4. Схема процесса образования необратимого покрытия

Пленки на основе ХВ, НЦ, АК и других линейных полимеров обладают сравнительно низкой эластичностью. Для ее повышения в состав лаков, эмалей вводят *пластификатор*. Но он постепенно испаряется, а пленка утрачивает эластичность. Количество пластификатора должно быть строго рассчитано, его избыток ухудшает качество. Пластификатор играет роль смазки, которая дает возможность макромолекуле свободно свернуться. Кроме того, он, находясь между молекулами полимера, ослабляет действие сил Ван-дер-Ваальса, которыми связаны линейные молекулы, и, следовательно, позволяет макромолекуле тоже свернуться. Так как пластификатор летуч, то в пленке возникает внутреннее напряжение. Когда он улетучится, пленка станет хрупкой.

Таким образом, условия высыхания покрытий: температура, влажность воздуха, скорость высыхания – влияют на внешний вид и эксплуатационные свойства пленки. Однако не всегда изделия можно подвергать сушке при высокой температуре, тогда в состав ЛКМ вводят отвердители.

Эмали сохнут гораздо быстрее масляных красок, дают прочную и эластичную пленку, но не безопасны в обращении, например нитроэмали горючи, а пары их растворителей вредны и активно действуют на кожу.

Известны менее вредные краски: это клеевые, водоэмульсионные (вододисперсионные).

Вопросы для самоконтроля

1. Какие существуют основные виды лакокрасочных материалов.
2. Что входит в состав современных красок?
3. Что такое растворитель, разбавитель, сиккатив?
4. Каков механизм высыхания красок?
5. Какие факторы влияют на стойкость лакокрасочных покрытий?
6. Написать химическую формулу оксидов цинка и титана, которые входят в состав цинковых и титановых белил соответственно.
7. Назвать краску, которая содержит Pb_3O_4 .

8. Написать химические формулы хроматов свинца, цинка и бария. Где эти используются?
9. Что такое ультрамарин и берлинская лазурь?
10. Написать уравнения реакций получения Cr_2O_3 из $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.
11. В чем главное отличие составов порошковых красок от вододисперсионных?
12. Какие свойства относятся к жидким лакам и краскам?
13. Какие свойства относятся к порошковым лакам и краскам?
14. От чего зависит прочность покрытий?
15. На какие факторы покрытий температура влияет незначительно?
16. Что такое пигменты?
17. Какие виды связующих используют в лакокрасочных составах?
18. Для какого вида покрытий эффективны ингибиторы?
19. Какой фактор несущественно влияет на антикоррозионные свойства?
20. Сколько компонентов входят в состав лакокрасочных материалов?
21. Какой главный компонент любого лакокрасочного материала?
22. Какой компонент придает цвет лакокрасочному материалу?
23. Для чего вводят в состав лакокрасочного материала сиккативы?
24. Что такое пластификатор, как компонент лакокрасочного материала?

Глава 6. ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА И КЛЕИ

6.1. История происхождения клеев и вяжущих веществ

Клеи и их применение также стары, как и сама история. Первые данные о склеивании относятся к каменному веку, когда древний человек обнаружил клейкость у некоторых веществ. Природные смолы, глина, битумы и воски можно считать первыми клеями.

Использование клеев относится еще к 1500 г. до н.э., когда египтяне применяли животный клей, яйца, жидкие смолы (первые плавкие клеи) для склеивания деревянных предметов, папирусов.

Например, при строительстве Вавилонской башни в качестве связующего использовали битум, позднее его применяли для шпатлевки деревянных грузовых судов. Кроме того, для шпатлевки лодок использовали и сосновый деготь, и пчелиный воск. Выдающиеся мастера-художники во времена эпохи Возрождения использовали яичный желток в качестве пигментного связующего в красках.

Хотя технология склеивания насчитывает 6000 лет, первые сведения о промышленном изготовлении клеев относятся к XVII в. Первый патент на производство клея из натурального каучука был выдан в Англии в 1791 г. До конца прошлого столетия клеи для обычных целей производились главным образом из материалов животного происхождения – казеина или крахмала. Но эти клеи были неустойчивы: во влажной атмосфере разъединялись склеенные поверхности, образовывалась плесень.

И только открытие феноло-формальдегидных смол (1907 г.) послужило основой для создания множества известных сегодня синтетических клеев. Синтетические клеи нашли специальное применение в различных отраслях промышленности, начиная от производства фанеры, картона, мебели и склеивания телеграфной ленты до изготовления обертки и печатей. В домашних условиях они используются для приклеивания линолеума, плиток из пластика, деревянных брусков или паркета, составления шпатлевок, приготовления клеев для обоев.

Громадное расширение масштабов промышленности клеев, вследствие увеличения использования синтетических материалов, привело к созданию клеев для крепления металла к металлу, металла к дереву и многих других. Начался выпуск клеев с растворителями и

твердых клеев, появились клеи вулканизирующиеся, термореактивные, одно- и многокомпонентные, клеи для древесины, бумаги, резины, стекла, универсальные и специальные. Ассортимент клеев расширился настолько, что возникла необходимость разработать систему, которая позволила бы проводить методический, целенаправленный выбор клеев для конкретного применения.

6.2. Классификация клеев

Существует много способов классификации клеев (по химической природе, по агрегатному состоянию, вязкости, способу отверждения, клеящей способности, области применения и др.). Но наиболее общий принцип – это их химическая природа (рис.6.1).

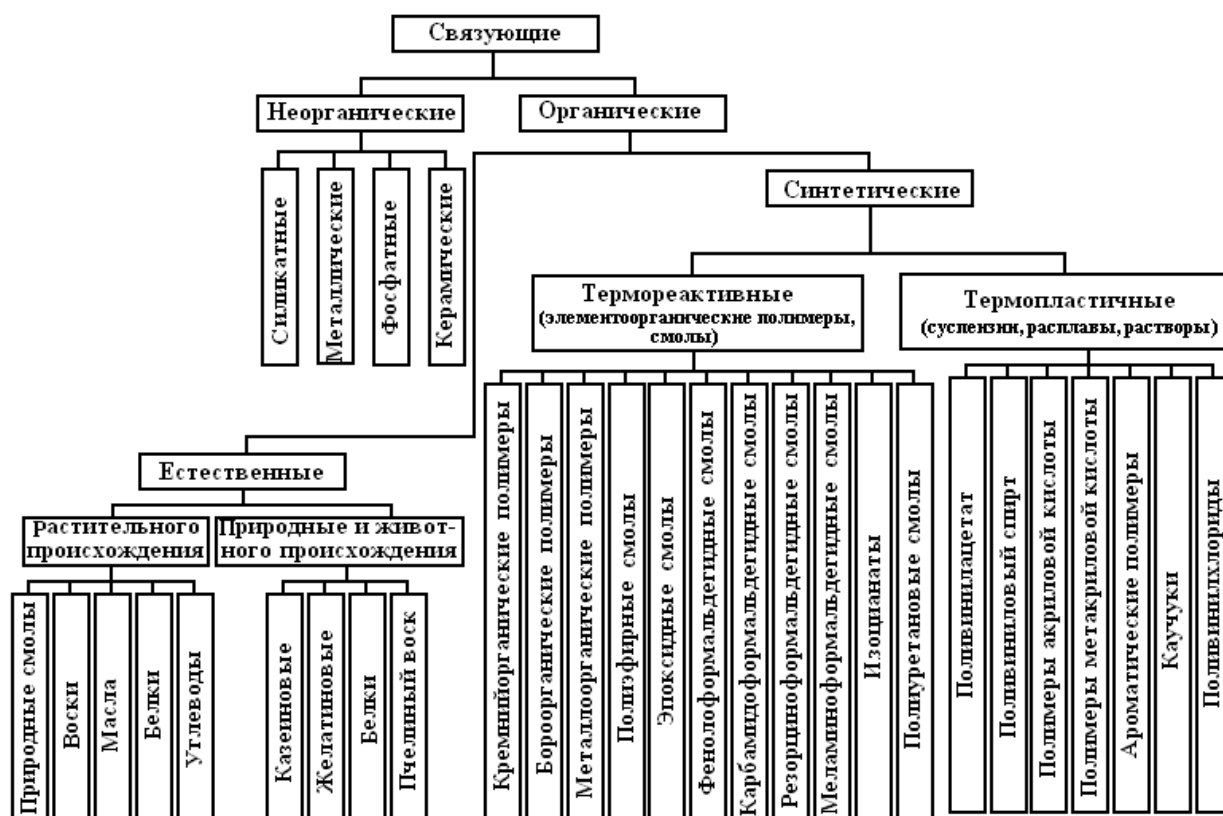


Рис. 6.1. Классификация клеев

Клеи классифицируют по ряду признаков. Различают следующие виды клеев:

1. по пленкообразующему веществу – смоляные (термореактивные и термопластичные) и резиновые;
2. по адгезионным свойствам – универсальные, склеивающие различные материалы (например, клеи БФ) и с избирательной адгезией (белковые, резиновые);
3. по отношению к нагреванию – обратимые (термопластичные) и необратимые (термостабильные) пленки;
4. по условиям отверждения – холодной склейки и горячей склейки;
5. по внешнему виду – жидкие, пастообразные и пленочные;
6. по назначению – конструкционные силовые и не силовые.

6.3. Компоненты клеев

Связующее вещество – основа клея, его свойство обуславливает особенность клеевого соединения. Прочность, долговечность, химическая стойкость зависят от химической структуры, молекулярной массы, растворимости, химической и термической стойкости связующего.

Носителем клея может быть *растворитель*, пленка, бумага, различные ткани. В жидких клеях растворитель обеспечивает требуемую вязкость, возможность нанесения равномерного слоя. Реакционноспособные растворители участвуют в реакции отверждения.

Растворители используются для регулирования вязкости клея и его нанесения. В зависимости от типа клея, это могут быть вода (в водных клеях) или органические растворители (в ацетатных и других клеях).

Добавки включают различные вещества для улучшения свойств клея, такие как пластификаторы (для повышения гибкости), стабилизаторы (для увеличения срока хранения) и антисептики (для предотвращения роста бактерий и плесени).

Наполнители используются для улучшения характеристик клея, таких как прочность, термостойкость и стоимость. Это могут быть мел, тальк, кварцевый песок и другие материалы.

Катализаторы и отвердители – компоненты, обеспечивающие протекание реакции отверждения. Катализаторы после реакции оста-

ются без изменений, а отвердители вступают во взаимодействие со связующим и способствуют образованию сетчатой структуры.

Важный фактор – соотношение отвердителя и связующего. Количество катализатора в клее должно быть не ниже критического предела. Однако катализатора и отвердителя может и не быть.

Ускорители, ингибиторы и замедлители – это вещества, которые контролируют процесс отверждения клеев. Ускоритель ускоряет отверждение под действием катализатора, ингибитор тормозит и прекращает реакцию, замедлитель замедляет процесс.

К *модифицирующим добавкам* относят – наполнители, разбавители, пластификаторы, пигменты, красители, стабилизаторы, которые необходимы для:

1. снижения стоимости клеев в их состав вводят разбавители;
2. улучшения технических свойств и повышения стойкости к действию окружающей среды – стабилизаторы;
3. изменения внешнего вида – красители;
4. снижения хрупкости клеевого шва – пластификаторы.

6.4. Основные свойства клеев

Свойства клея определяются химической структурой связующего, которая влияет на полярность и реакционную способность клея. Химическая структура влияет на молекулярную массу полимера и степень кристалличности, которые отражаются на прочности, жесткости, растворимости клея[16].

Полярность основы клея – основной критерий при выборе для определенных материалов, эта величина связана с параметром растворимости (δ), зависящим от плотности энергии когезии.

$$\delta^2 = \frac{P}{M} (\Delta H - RT) = \frac{\Delta E}{V} = \frac{\Delta H - RT}{V},$$

где δ – количество энергии, необходимое для испарения 1 мл жидкости, ΔE – теплота парообразования, V – мольный объем, ΔH – общая теплота испарения, P – плотность, T – абсолютная температура, M – молекулярная масса, R – универсальная газовая постоянная.

Большинство кристаллических полимеров имеет относительно высокий параметр растворимости. Если δ около 10, полимеры хорошо растворяются.

Реакционная способность – свойство, которое зависит не только от структуры полимерной основы клея, но и от других компонентов, главным образом, катализаторов. Реакционная способность изменяется со временем и с температурой. Время, в течение которого клей можно хранить в регламентированных условиях – срок хранения. При увеличении срока хранения изменяется реакционная способность, то есть способность отверждаться, а также вязкость и другие свойства. Все это сказывается на прочности шва.

Адгезия – способность клея прилипать к различным поверхностям. Высокая адгезия обеспечивает прочное соединение.

Пластичность – способность клея сохранять гибкость после отверждения, что позволяет ему адаптироваться к изменениям формы и температуры.

Термостойкость – способность сохранять свои свойства при изменении температуры. Важно для применения в условиях с высокой температурой.

Водо- и химическая стойкость – устойчивость к воздействию влаги и различных химических веществ. Это свойство особенно важно в строительстве и производстве.

Скорость отверждения – время, необходимое для достижения максимальной прочности после нанесения. Быстрое отверждение может быть важным в производственных процессах.

Устойчивость к ультрафиолетовому излучению – способность сохранять свои свойства при воздействии солнечного света, что особенно важно для наружных применений.

Механическая прочность – способность клея выдерживать нагрузки и деформации без разрушения.

Текучесть клея – одно из важных свойств, которое зависит от вязкости и влияет не только на технологию нанесения, но и на конечную толщину нанесенного слоя. В зависимости от текучести выбирается и давление склеивания. При низкой текучести требуется более высокое давление.

Сухой остаток – это показатель, который важен для растворимых и дисперсионных клеев, так как после испарения носителя в шве

остается такое количество связующего, которое определяется сухим остатком.

Классифицируют клеи, как правило, по основе, то есть по связующему. Клеи могут быть *органические и неорганические, синтетические и природные*.

6.5. Основные виды клеев

6.5.1. Природные клеи

Животные клеи – это вещества, которые используются для склеивания различных материалов и получают их из продуктов жизнедеятельности животных. Такие клеи могут быть основаны на протеинах, коллагене или других природных веществах. Они часто использовались в древности, но и в настоящее время могут применяться в различных отраслях, таких как реставрация, изготовление музыкальных инструментов, а также в некоторых традиционных ремеслах.

1. Желатиновый (мездровый) клей получают из кожи, костей и хрящей животных (чаще всего свиней и крупного рогатого скота). Он используется в пищевой промышленности, а также в реставрации старинных объектов.

2. Сырьём костных клеев является кожа, ткани и кости животных. Они растворяются в воде и не растворяются в парафинах, органических растворителях, спирте, маслах.

3. Рыбный клей производится из рыбных тканей, таких как плавники или кожа. Клеи стойки к растворителям, к ним добавляют спирт, ацетон. Этот клей особенно ценится в деревянном строительстве и при изготовлении музыкальных инструментов, например, скрипок.

4. Клей на основе крови получают из крови животных, в частности крупного рогатого скота. В древности его использовали для склеивания дерева и бумаги.

5. Казеиновые (молочный белок) клеи получают подкислением обезжиренного молока до pH 4,5, с помощью введения бактерий в молоко, которые выделяют молочную кислоту из лактозы. Казеин – продукт конденсации аминокислот. Растворим в щелочах лучше, чем в кислотах. Легко взаимодействует с формальдегидом. Казеиновые клеи дороже, чем мездровые и костные.

Животные клеи обладают хорошей адгезией, водостойкостью, а также легко поддаются ремонту, что делает их ценными для реставрации старинных объектов или при работе с деликатными материалами. Однако такие клеи могут быть подвержены разложению и чувствительны к воздействию высокой температуры или влаги.

Растительные клеи – это клеевые вещества, получаемые из растений и их частей, таких как соки, экстракты, смолы или крахмал. Эти клеи обладают натуральными и экологически чистыми свойствами, что делает их популярными для использования в различных отраслях, от производства бумаги до искусства и ремесел.

1. Крахмальный клей получают из крахмала, который извлекается из таких растений, как кукуруза, картофель, пшеница. Крахмал – полимер глюкозы, состоит на 75 % из амилопектина и на 25 % из амилозы. Этот клей часто используется в производстве бумаги, картона и упаковки, а также в ремеслах, например, при изготовлении папье-маше.

2. Декстриновые клеи получают нагреванием крахмала в сухом виде. Они являются пастообразными клеями, образуются при варке декстринов с водой (содержат до 50 % твердой фазы). Используются при изготовлении книг, изделий из картона, бумажных сумок.

3. Клей из камеди (гуммиарабик, акациевая камедь) – это клей, получаемый из смолы акации и других деревьев. Камедь растворяется в воде, создавая клей, который используется для письма, рисования и в производстве искусственных красок.

4. Клей из водорослей. Некоторые виды водорослей используются для производства клея, который также применяется в пищевой промышленности (как загуститель) и в биотехнологиях.

5. Таниновый клей изготавливается из танинов, содержащихся в растениях, таких как дуб. Танины обладают хорошими адгезионными свойствами, и такие клеи использовались в кожевенном деле и для обработки древесины.

6. Клей из латекса – получают из сока некоторых растений, например, из гевеи, используют для производства клеевых смесей, которые применяются в текстильной, бумажной и других отраслях. Применяют для бумаги, наклеивания этикеток на банки, склеивания резины, картона, керамических плиток, дерева, кожи, металлов, в качестве основы липких лент

Растительные клеи обычно более безопасны и экологически чисты, чем синтетические клеи, и могут иметь хорошую адгезию. Но их долговечность и водостойкость зачастую ниже, чем у клеев на основе животных или синтетических материалов, хотя современные технологии позволяют улучшить эти характеристики.

6.5.2. Синтетические клеи

Синтетические неорганические клеи – это клеевые вещества, которые создаются на основе неорганических соединений, таких как силикатные, цементные или алюмосиликатные материалы. Эти клеи обладают высокой прочностью, термостойкостью и устойчивостью к воздействию различных химических веществ, что делает их идеальными для применения в строительстве, промышленности и других отраслях.

1. Цементные клеи, полученные на основе портландцемента или других вяжущих материалов, используются в строительстве для склеивания плитки, камня, кирпича, бетона и других строительных материалов.

Кислотостойкий цемент получают из равных частей SiO_2 (кварцевый песок) и силиката натрия. Свойства силикатов определяют соотношением $\text{Na}_2\text{O}:\text{SiO}_2$. Если оно больше 1:2, то применяют как клей или цемент. Изменение концентрации или потеря влаги приводят к образованию стекловидного продукта. Его получают при сплавлении SiO_2 с кальцинированной содой Na_2CO_3 или Na_2SO_4 (K_2SO_4).

Самые твердые составы образуются при взаимодействии ZnO с силикатом $\text{Na}_2\text{O}\cdot 3,2\text{SiO}_2$ при температуре 30 °С. Растворенные щелочные силикаты медленно взаимодействуют с глиной, BaSO_4 , Cr_2O_3 , Fe_2O_3 и образуют медленно схватывающийся цемент. Применяют в качестве огнеупорных цементов в промышленных печах, дымовых трубах, стоков полов. Такие клеи обладают высокой прочностью и стойкостью к воздействию влаги и температуры.

2. Силикатные клеи (жидкое стекло, $\text{Na}_2\text{O}\cdot 2\text{SiO}_2$) получают из силикатов, например, жидкого стекла (силикат натрия или калия). Для водных клеев щелочность среды должна быть высокой (pH 11-13). Растворимые силикаты используют как канцелярские клеи. Их

применяют в бумажной промышленности и в производстве картона (с добавлением глины для вязкости).

3. Алумосиликатные клеи – это клеи, основанные на алумосиликатных материалах, которые имеют отличные механические характеристики и устойчивы к воздействию высоких температур и химических веществ. Они часто применяются в металлургии, производстве стекла и в других высокотемпературных процессах.

4. Клеи на основе магнезита – магнезит (магнезия) используется для производства клеев, которые обладают высокой температурной стойкостью и применяются в огнеупорных материалах, например, для склеивания кирпичей в печах.

5. Клеи-цементы на основе оксихлорида магния $Mg(OH)Cl$ легкие и имеют хорошую прочность. При этом оптимальное отношение $MgO:MgCl_2$ равно 6:1. Добавка SiO_2 улучшает прочность, влагостойкость, снижает усадку.

6. Гидравлические цементы (портландцемент) готовят при сплавлении извести и глины в клинкер, который затем тщательно измельчают. Схватывание происходит за счет кристаллизации раствора из гидратированных солей силикатов и алюминатов кальция. Бетон образуется при смешивании портландцемента с крупнозернистым песком и водой.

7. Фосфатные и цинковые цементы используют в качестве зубных цемента при пломбировании зубов. Получают на основе фосфата цинка $ZnHPO_4 \cdot 3H_2O$, который готовят из ZnO и H_3PO_4 при перемешивании шпателем перед непосредственным применением. Также можно готовить из $ZnO \cdot Al_2O_3$, при обработке H_3PO_4 .

8 Цементы на основе сульфата кальция называют гипсом. Полуводный гипс $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$ является быстросхватывающим веществом. $CaSO_4$ - безводный, медленнотвердеющий гипс.

Преимущества синтетических неорганических клеев:

- высокая термостойкость, могут выдерживать высокие температуры, что делает их подходящими для применения в качестве огнеупорных материалов.
- устойчивость к химическим воздействиям кислот, щелочей и других агрессивных химических веществ.
- обладают высокой механической прочностью, что важно в строительстве и промышленности.

К недостаткам синтетических неорганических клеев можно отнести:

- меньшую гибкость по сравнению с органическими клеями.
- трудности в нанесении – некоторые из этих клеев требуют специального оборудования для смешивания или нанесения, а также строгого соблюдения условий (например, влажности или температуры).

Эти клеи находят применение в основном в области строительства, промышленности и реставрации, где требуются прочные и долговечные соединения, устойчивые к внешним воздействиям.

Синтетические органические клеи

Рассмотрим основные виды клеев. Клеи могут быть получены на основе чистых смол, например резольной, но учитывая, что образующийся при склеивании резит хрупок, смолу совмещают с каучуком, термопластами и др.

Эластомерные клеи.

1. На основе производных каучуков (хлорированный каучук, циклокаучуки, гидрохлорид каучука).
2. Синтетические каучуки (неопрен, полисульфидный, силикон-нитрильный, стирол-бутадиеновый и т.д.).
3. Регенерированные каучуки.
4. Силоксановые каучуки.

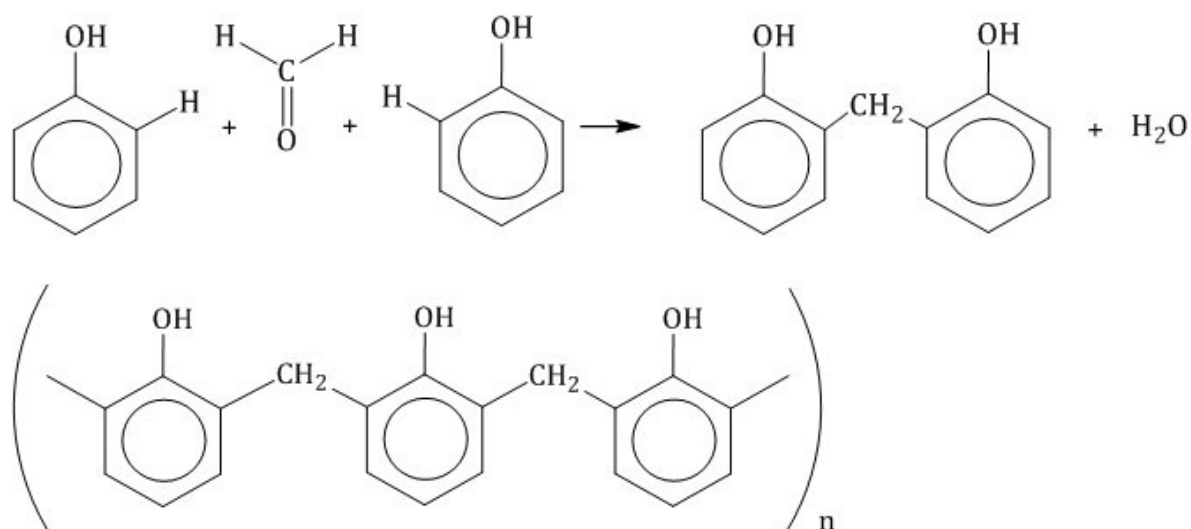
Термопластичные клеи – это клеевые материалы, которые при нагревании становятся жидкими (или пластичными), а при охлаждении твердеют, восстанавливая свою первоначальную форму. Они представляют собой тип клеевых составов, которые можно повторно плавить и использовать несколько раз, что делает их удобными для некоторых специфических применений.

Типы термопластичных клеев:

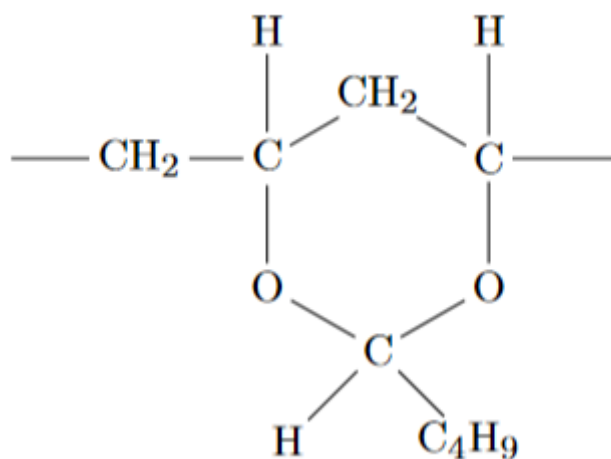
1. полиолефиновые клеи на основе полиэтилена или полипропилена используют для упаковки и в автомобильной промышленности;
2. полиуретановые клеи обладают хорошей прочностью и стойкостью к воздействию влаги и химикатов;
3. поливинилацетатные клеи чаще всего применяются в производстве упаковки, а также в текстильной и мебельной промышленности;

4. полиамидные клеи обладают высокой термостойкостью и используются для соединения металлов и других материалов в высоконагруженных конструкциях.

5. поливинилбутиральные клеи БФ – состоят из фенолоформальдегидной смолы



и органического вещества поливинилбутираля.



Если в клей БФ ввести пластификатор, повышающий эластичность, то клей можно использовать для волокнистых материалов. Например БФ-6 используют для обработки микротравм и для ремонта ткани.

6. На основе ацетатов и нитратов целлюлозы получают водорастворимые (метилцеллюлоза, карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), гидроксипропилметилцеллюлоза) и растворимые в органических раство-

рителях (нитроцеллюлоза, ацетат целлюлоза, пропионат целлюлоза) клеи.

Растворением нитроцеллюлозы в растворителях получают универсальные клеи, их применяют в обувной промышленности.

Метилцеллюлозу используют как связующее в графитах цветных карандашей, в косметике как загуститель грима, как косметическое средство, в медицине (в таблетках).

Гидроксилпропилметилцеллюлоза применяется для изготовления туалетной бумаги, КМЦ - в производстве бумаги и для наклейки обоев. Как только КМЦ попадает между поверхностями, начинается химическое взаимодействие между группой ОН^- клея и активными центрами на поверхности стены и бумаги. В системе поверхность – клей – поверхность появляются различные связи – ковалентная, ионная, силы межмолекулярного взаимодействия. Совместное действие связей так эффективно, что изделие разрушается не по шву, а по самому материалу.

7. На основе акрилатов и их сополимеров получают полиамидные, полиизобутиленовые, поливинилхлоридные клеи и клеи из поливинилового спирта.

Преимущества термопластичных клеев:

1. легкость в применении, так как для их нанесения не требуется особых условий, таких как высокая влажность или специальные реакции;

2. экономичность клея проявляется в его повторном использовании, излишки клея можно переплавить;

3. отличная адгезия, проявляется в хорошем сцеплении с широким спектром материалов (пластик, металл, дерево, текстиль).

Недостатки термопластичных клеев:

1. температурная чувствительность проявляется при воздействии высоких температур, поскольку клей плавится при нагревании.

2. ограниченная долговечность связана с неустойчивостью к воздействию ультрафиолетового излучения и влаги.

Термопластичные клеи идеально подходят для применения там, где требуется быстрое и эффективное склеивание, а также возможность переработки и повторного использования.

Термоактивные (отверждающиеся при нагревании) клеи.

В качестве пленкообразующих веществ этой группы клеев применяют термореактивные смолы, которые отверждаются в присутствии катализаторов и отвердителей при нормальной или повышенной температуре. Клеи холодного склеивания, как правило, обладают недостаточной прочностью, особенно при повышенных температурах. При горячем склеивании происходит более полное отверждение смолы и клеевое соединение приобретает прочность и теплостойкость. Теплостойкость повышают также введением минеральных наполнителей. Термостойкие клеи получают на основе ароматических полимеров, содержащих гетероциклы (полибензимидазолов, полиимидов), а также на основе карборансодержащих полимеров. Карбораны представляют собой бороорганические соединения, имеющие общую формулу по свойствам они близки к ароматическим системам. В настоящее время созданы карборансодержащие фенольные, эпоксидные, кремнийорганические и другие клеи.

Клеи на основе модифицированных фенолоформальдегидных смол применяют преимущественно для склеивания металлических силовых элементов, конструкций из стеклопластиков и т. п.

Фенолокаучуковые композиции являются эластичными теплостойкими пленками с высокой адгезией к металлам. Клеевые соединения теплостойки, хорошо выдерживают циклические нагрузки, благодаря эластичности пленки обеспечивается прочность соединения при неравномерном отрыве. Клеи водостойки и могут использоваться в различных климатических условиях.

Фенолополивинилацетатевые композиции наиболее широко используют в клеях БФ. Клеи БФ-2 и БФ-4 представляют собой растворы фенолоформальдегидной смолы, совмещенной с поливинилбутиралем (бутваром). Клеи применяют для склеивания металлов, пластмасс, керамики и других твердых материалов. Теплостойкость клеевых соединений невысокая, водостойкость удовлетворительная.

Фенолкремнийорганические клеи содержат в качестве наполнителей асбест, алюминиевый порошок и др. Клеи являются термостойкими, они устойчивы к воде и тропическому климату, обладают хорошей вибростойкостью и длительной прочностью. Клей применяют для склеивания инструментов, позволяет увеличить стойкость инструмента в несколько раз.

Отверждение клеев на основе эпоксидных смол происходит с помощью отвердителей без выделения побочных продуктов, что почти не дает усадочных явлений в клеевой пленке.

Отверждение смол можно вести как холодным, так и горячим способом. В результате полярности эпоксидные смолы обладают высокой адгезией ко всем материалам. Их применяют для склеивания металлов, стеклопластиков, ферритов, керамики. Эпоксидно-кремнийорганические клеи применяют для приклеивания режущих частей при изготовлении инструментов.

Для всех эпоксидных клеев характерна хорошая механическая прочность, атмосферостойкость, устойчивость к топливу и минеральным маслам, высокие диэлектрические свойства.

Клеи холодного отверждения используют для склеивания больших вертикальных плоскостей из металлов и пластмасс с различными коэффициентами теплового расширения. Клей склеивает в воде металлы и стеклопластики, служит для устранения вмятин, раковин, трещин при ремонте судов. Быстроотверждающийся клей стоек к влажности, вибрации, старению, клей предназначен для склеивания древесно-пластмассовых спортивных изделий, стоек к ударам, может работать при температуре от -60 до 40 °С.

Полиуретановые клеи – это композиции холодного и горячего отверждения. В состав клея входят полиэферы, полиизоцианаты и наполнитель (цемент). При смешении компонентов происходит химическая реакция, в результате которой клей затвердевает. Клеи обладают универсальной адгезией, хорошей вибростойкостью и прочностью при неравномерном отрыве, стойкостью к нефтяным топливам и маслам.

Клеи, модифицированные карборансодержащими соединениями, обладают высокой термостойкостью, выдерживают длительно температуру $350 - 400$ °С и кратковременно 800 °С, имеют высокую длительную прочность.

Клеи на основе кремнийорганических соединений являются теплостойкими. Кремнийорганические полимеры не обладают высокими адгезионными свойствами вследствие блокирования полярной цепи органическими неполярными радикалами, поэтому часто эти соединения совмещают с другими смолами. Многие клеи содержат минеральные наполнители. Клеи и другие отверждаются при высокой

температуре. Клеи устойчивы к маслу, бензину, обладают высокими диэлектрическими свойствами, не вызывают коррозии металлов и применяются для склеивания легированных сталей, титановых сплавов, стекло- и асбобластиков, графита, неорганических материалов.

Клеи на основе гетероциклических полимеров (полибензимидазольные и полиимидные клеи) обладают прочностью, высокой стойкостью к термической, термоокислительной и радиационной деструкции, химически стойки. Клеевые соединения могут работать в течение сотен часов при высокой температуре, а также при криогенных температурах. Полибензимидазольный клей выпускают под маркой полиимидный СП-6. Этими клеями можно склеивать коррозионно-стойкие стали, титановые сплавы, стеклопластики и различные композиционные материалы.

Свойства некоторых синтетических органических клеев приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Физико-механические свойства смоляных клеев

Тип клея	Предел прочности, кгс/мм ²			Теплостойкость, °С	t склеивания, °С
	при сдвиге	при равномерном отрыве	при неравномерном отрыве		
Фенолоформальдегидный	1,3-1,5	-		60-100	20 или 50-60
Фенолкаучуковый	1,4-2,5	1,7-2,0	0,30-0,50	200-350	165-205
Фенолополивинилацеталевые	1,7-1,8	3,6-6	0,08-0,12	200-350	180
Фенолополивинилбутиральный	2,2	3,2-3,5	0,30	60-80	120-140
Фенолокремнийорганические	1,2-1,7	2,8-3,0	-	250-600	180-200
Эпоксидный	1-3	1-6	0,1-0,15	60-350	20 или 80-210

Продолжение табл.6.1

Тип клея	Предел прочности, кгс/мм ²			Тепло-стой-кость, °С	t склеива-ния, °С
Полиуретановый	1,1-2,0	2,2-3,5	0,25-0,3	60-100	18-25
Полиуретанвые кар-борансодержащие	1,0-2,0			350-1000	105-150
Кремнийорганиче-ский	0,9-1,75	1,5-2,2	0,08-0,2	350-1200	180-270
Карбамидный	1,3			60	15-30
Полибензимида-зольный	1,5-3,0			350-540	150-400
Полиимидный	1,5-3,0			300-375	180-260

6.6. Основные принципы выбора клеев

Выбор необходимого клея определяется многими условиями.

1. Один из важных факторов – это тип и величина напряжения, которое должно выдерживать при эксплуатации клеевое соединение. Будет ли это напряжение на растяжение или на сдвиг, учесть действие переменной ударной нагрузки.

2. Интервал температур, при которых эксплуатируется клеевое соединение и зависящая от него прочность самой клеящей пленки (когезия). При повышенных температурах не применимы клеи на основе термопластов. При высоких температурах можно применять только термореактивные клеи, так как они образуют пленки, прочность которых возрастает с повышением температуры.

3. Прочность склеивания зависит от назначения соединения, техники склеивания (то есть давления), состояния склеивающихся поверхностей, от прочности и толщины частей, которые будут склеены. К процессу склеивания предъявляются следующие требования:

1) необходимо очистить поверхность от пыли, грязи, масляных пятен (для прочности склеивания), нанести равномерным слоем клей и прижать;

- 2) поверхности не сжимать чрезмерно, клей должен заполнять неровности;
- 3) клей должен быть оптимальной вязкости;
- 4) клей должен затвердевать на холоде или при нагревании и образовывать прочную склейку;
- 5) место соединения должно быть такое, чтобы воздух, растворители могли легко испаряться;
- 6) клеевое соединение не должно давать усадки;
- 7) клеевое соединение должно быть устойчиво к излому поверхности (при действии разрывного напряжения);
- 8) должна быть химическая совместимость клея и клеевой поверхности;
- 9) клей должен применяться в виде жидкости, чем более вязкой, тем толще пленка.

Вопросы для самоконтроля

1. Чем отличаются между собой вяжущее вещество и клей?
2. Какие основные компоненты клея.
3. Дать характеристику основных типов клея.
4. Какие факторы, влияющие на прочность склеенных материалов.
5. Какие существуют принципы выбора клея?
6. Какие известны методы испытания клея и клеевых соединений?
7. Какая химическая формула жидкого стекла.
8. Написать уравнение реакции портландцемента путем сплавления извести и глины.
9. Какая химическая формула силикатного клея.
10. Какая химическая формула поливинилбутирального клея.
11. Какие цементы используют для пломбирования зубов.
12. По каким признакам классифицируют клеи?
13. Что такое адгезия?
14. Какие клеи относят к природным?
15. Что такое животные клеи?
16. Что такое растительные клеи?
17. В чем преимущество синтетических клеев?

18. Какие клеи относят к термопластичным?
19. Какие клеи относят к термореактивным?
20. Какие вещества используют в качестве связующего?
21. Что такое модифицирующие добавки? Влияние на свойства клеев.
22. Какие вещества контролируют процесс отверждения клеев?

Глава 7. ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

7.1. Общие представления о полимерах

Высокомолекулярными соединениями называют органические вещества, которые состоят из больших и гибких молекул с характерным для них цепным строением. Молекулярная масса высокомолекулярных соединений колеблется от десятка тысяч до нескольких миллионов атомных единиц массы. Молекулы высокомолекулярных соединений отличаются от низкомолекулярных веществ высокой молекулярной массой, гибкостью и цепным строением. Большинство высокомолекулярных соединений либо совсем нерастворимы, либо растворимы лишь в немногих растворителях. При этом растворы имеют большую вязкость. Так как молекулы высокомолекулярных соединений состоят из множества последовательно соединенных друг с другом одинаковых групп атомов, то высокомолекулярные соединения еще называют полимерами.

Полимеры – это высокомолекулярные вещества, макромолекулы которых состоят из большого числа повторяющихся звеньев, соединенных между собой химическими связями.

Многократно повторяющееся звено в молекулах полимеров называется элементарным звеном. Число элементарных звеньев в молекуле полимера определяет степень полимеризации. Степень полимеризации позволяет оценить величину молекулы полимера. Зная состав элементарного звена и степень полимеризации, можно определить молекулярную массу полимера и, наоборот, по молекулярной массе определить степень полимеризации. Низкомолекулярные вещества, из которых получен полимер, называют *мономерами*.

Соединение, состоящее из небольшого числа элементарных звеньев в молекулах, называют *олигомером*. Полимерное соединение не является индивидуальным веществом, а представляет собой смесь молекул с различной длиной цепи. В связи с этим полимерный материал характеризуют средней молекулярной массой.

Свойства полимерного материала зависят не только от химического состава, но и от величины молекулярной массы, и от строения макромолекул. Полимеры, полученные из двух и более разноименных мономеров, называют сополимерами.

Полимеры могут иметь линейное, разветвленное и пространственное строение. Линейными полимерами называют такие, макромолекулы которых имеют линейное строение. Разветвленными называют полимеры, в макромолекулах которых содержится основная (самая длинная) и боковые цепи.

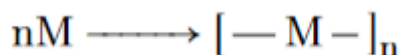
Пространственными называют полимеры, имеющие трехмерное строение, в молекулах которых основные цепи связаны друг с другом в единую пространственную сетку. В пространственных полимерах линейные полимеры связаны друг с другом в единую сетку.

Полимеры, в макромолекулах которых отдельные звенья (особенно боковые цепи) расположены наиболее упорядоченно, называют пространственно-регулярными (стереорегулярными).

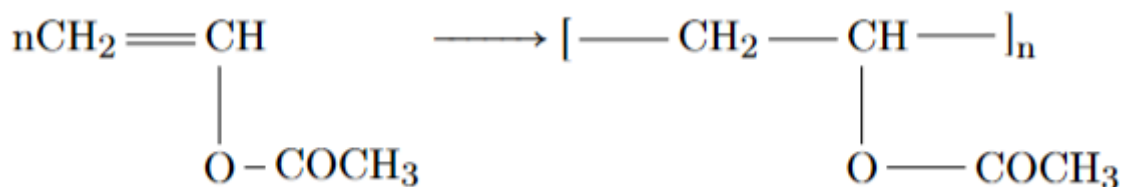
7.2. Способы получения органических полимеров

Органические полимеры получают из низкомолекулярных веществ двумя методами: полимеризацией и поликонденсацией.

Полимеризацией называют такой метод синтеза полимера, в результате которого происходит соединение молекул мономера в полимерную цепь. Процесс полимеризации протекает без образования побочных продуктов. Элементарный состав образующегося при этом полимера совпадает с составом мономера. Суммарное уравнение реакции полимеризации можно схематично записать следующим образом:



где M – молекула мономера; $[-M-]_n$ – полимерная цепь, состоящая из n мономерных звеньев; n – степень полимеризации. Например, схема процесса полимеризации винилацетата может быть записана так:



Реакциям полимеризации могут подвергаться только соединения с кратными связями. Процесс сводится к разрыву по месту кратной связи, менее прочной π – связи, и образованию у соответствующих атомов δ – связей.

Для определения способности соединения в реакциях полимеризации необходимо учитывать не только наличие кратных связей, но и строение молекулы мономера, взаимное расположение двойных связей, если их несколько; характер, количество и положение заместителей.

Легко подвергаются полимеризации следующие вещества, представленные в табл.7.1.

Таблица 7.1

Основные мономеры применяемые в производстве

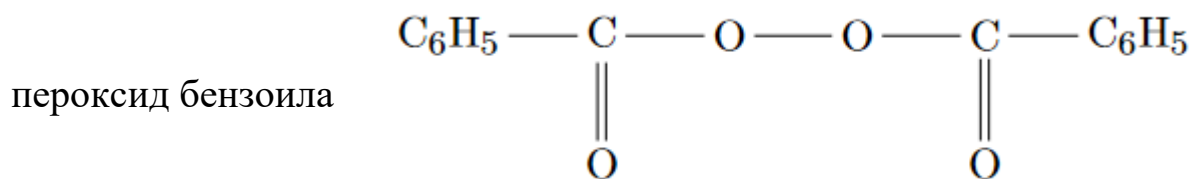
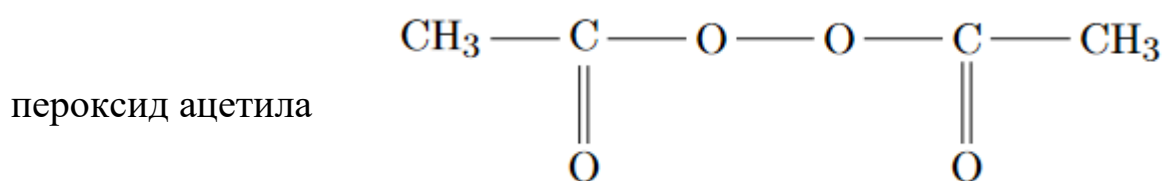
$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$	этилен
$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{Cl}$	винилхлорид (хлорвинил)
$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$	пропилен
$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{C}_6\text{H}_5$	стирол
$\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	изобутилен
$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CN}$	акрилонитрил
$\text{CF}_2 = \text{CF}_2$	тетрафторэтилен
$\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{COOCH}_3 \end{array}$	метилметакрилат
$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$	дивинил
$\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{CH} - \text{C} = \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	изопрен

В реакциях полимеризации различают три стадии:

- 1-я – зарождение активных центров полимеризации;
- 2-я – развитие цепи углеродных атомов;
- 3-я – обрыв цепи и замыкание связей.

Для того чтобы начался процесс полимеризации, необходимо возбудить молекулу мономера и разрушить в ней π -связь по месту кратности связей. Эта первая стадия процесса является наиболее медленной, она предполагает скорость полимеризации. В зависимости от характера первой стадии процесса различают два вида реакций полимеризации: радикальную и ионную полимеризацию.

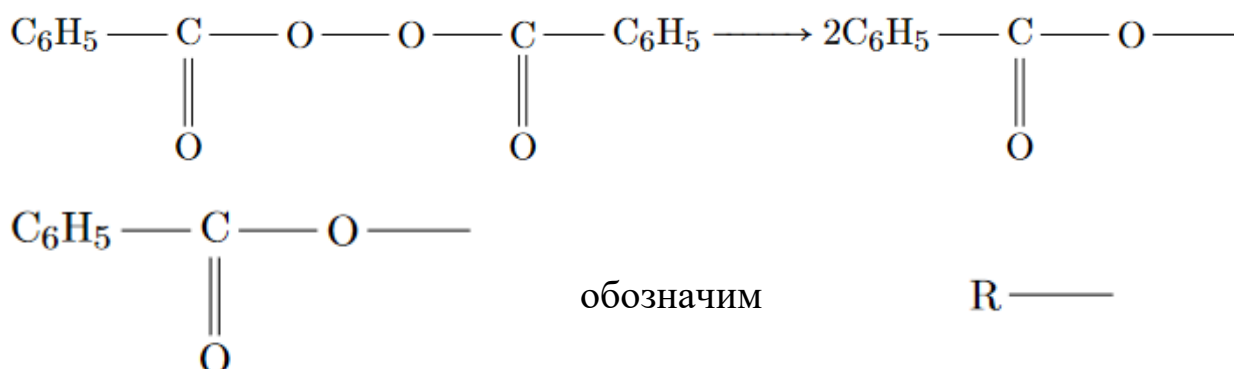
При *радикальной* полимеризации происходит затрата значительной энергии активации. Правда, эта энергия может быть снижена добавлением веществ-инициаторов полимеризации, т.е. веществ, у которых свободные радикалы появляются при значительно меньшей энергии активации, чем у полимеризующегося вещества. Такими веществами, инициаторами, являются различные пероксидные соединения: пероксид водорода H_2O_2 ,



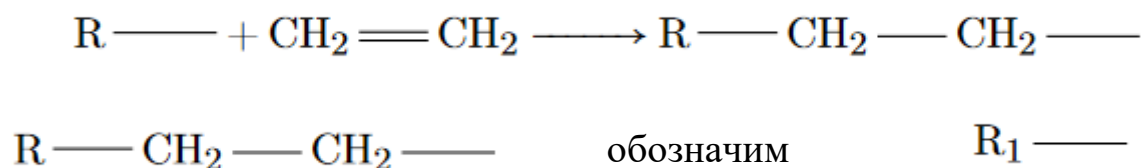
Ионная полимеризация протекает под действием катализаторов. Катализатор снижает энергию активации и значительно ускоряет процесс даже при обычных температурах. Ионную полимеризацию иногда называют каталитической полимеризацией. Катализаторами служат BF_3 , $AlBr_3$, $FeCl_3$, $SnCl_4$, $TiCl_4$ и др. Рассмотрим процесс радикальной полимеризации на примере получения полиэтилена. В качестве инициатора полимеризации используют пероксид бензоила.

Первая стадия. Зарождение цепи.

1. Зарождение радикала. Под действием условий процесса в пероксиде бензоила происходит разрыв связи в пероксидной группе, образуется свободный радикал инициатора.

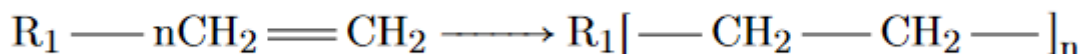


2. Взаимодействие радикала R— с мономером. Под действием радикала R— происходит разрыв двойной связи в молекуле этилена и получается новый свободный радикал с большой молекулярной массой



Вторая стадия. Рост цепи.

Образовавшийся в первой стадии радикал R₁— присоединяет вторую, третью и т.д. молекулы этилена, в результате получается макрорадикал.



Так как свободные радикалы очень активны, то скорость образования макрорадикалов велика.

Третья стадия. Обрыв цепи.

Обрыв цепи происходит в результате столкновения двух макрорадикалов:



или радикала инициатора с макрорадикалом:

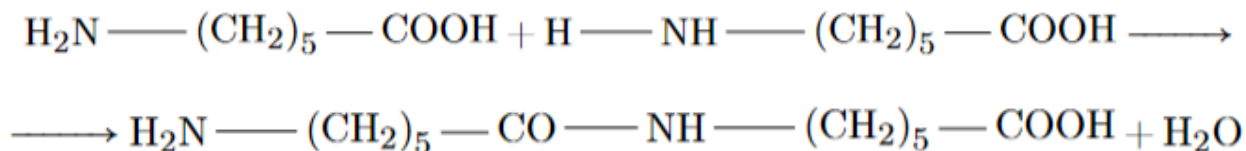


Поликонденсацией называется реакция соединения молекул одного или разных мономеров, происходящая в результате взаимодействия их функциональных групп и сопровождающаяся выделением побочных низкомолекулярных веществ (CO_2 , H_2O , HCl , NH_3 и др.).

В реакции поликонденсации могут вступать соединения, имеющие следующие функциональные группы: гидроксил – OH (группу спиртов); карбоксил – $COOH$ (группу кислот); аминогруппу – NH_2 ; альдегидную группу – $CH=O$; кетонную группу – $CO-$.

При взаимодействии двух молекул мономера подвижные атомы функциональных групп отщепляются. В результате этого образуется низкомолекулярное соединение и происходит взаимодействие молекул по месту образования свободных валентностей.

Примером процесса поликонденсации может служить получение полиамида из аминокaproновой кислоты:

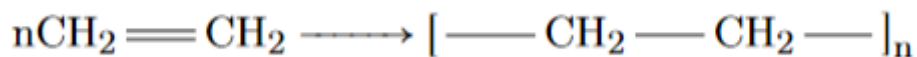


В этом процессе в качестве побочного продукта образуется вода. Из-за выделения низкомолекулярного вещества состав полимера, полученного способом поликонденсации, не совпадает с элементарным составом исходного мономера.

Если молекулы исходных мономерных веществ имеют три и более функциональных групп, то образуется полимер с пространственной структурой.

Полиэтилен. Исходным продуктом для синтеза полиэтилена является этилен $CH_2=CH_2$. Полимеризацию этилена можно производить либо при температуре $200\text{ }^{\circ}C$ и высоком давлении, либо при атмосферном давлении, но с применением катализатора: $TiCl_4$ в смеси с $Al(C_2H_5)_3$.

Полимеризацию этилена можно изобразить следующей схемой:



Полиэтилен – $[\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—}]_n$ – пластичное, белое, в тонких пленках, почти прозрачное вещество, плотностью 0,92 – 0,96 г/см³. Он несколько жирный на ощупь материал, по внешнему виду напоминает парафин. При поджигании полиэтилен загорается медленно и горит синеватым пламенем без копоти. Полиэтилен устойчив к действию активных сред (концентрированных кислот и щелочей), он газо-, водо- и влагонепроницаем, обладает высокими диэлектрическими свойствами.

Недостатками полиэтилена являются:

а) способность набухать в углеводородах ароматического ряда и в галогенпроизводных ациклических углеводородах (хлороформ, четыреххлористый углерод);

б) ограниченный температурный интервал применения (от – 20 до +100 °С). За этими температурными пределами он становится хрупким или размягчается.

Для повышения температуры размягчения (до +200 °С) и увеличения стойкости к действию растворителей полиэтилен подвергают нейтронному облучению.

Под действием нейтронов происходит отщепление водорода и поперечное сшивание макромолекул. Это повышает качественные характеристики полиэтилена. Он обладает хорошими механическими свойствами. Его можно эксплуатировать в интервале температур от – 20 до +100 °С.

Благодаря целому ряду замечательных свойств полиэтилен имеет широкое применение. Он используется как изоляционный материал (для изоляции проводов), для изготовления радиодеталей, телевизионной аппаратуры, в приборостроении. В химической промышленности полиэтилен используется для изготовления антикоррозийных покрытий, емкостей для хранения и перевозки агрессивных жидкостей и деталей аппаратов, работающих в агрессивных средах.

В строительном деле – для изготовления водопроводных труб. Трубы из полиэтилена легче стальных, благодаря гибкости они легко укладываются в траншеи, не подвергаются коррозии, не лопаются при замерзании в них воды.

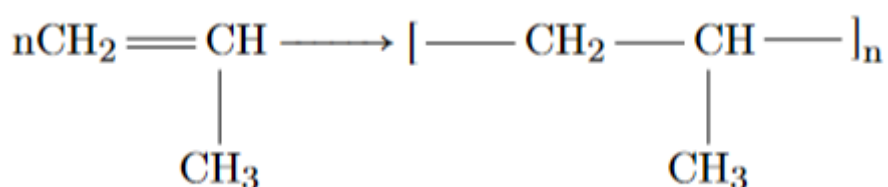
Пленки из полиэтилена водонепроницаемы, они пропускают ультрафиолетовые лучи, используются для остекления парников, являются хорошим упаковочным материалом.

Из полиэтилена изготавливают небьющуюся посуду, разнообразные предметы бытового назначения и многое другое.

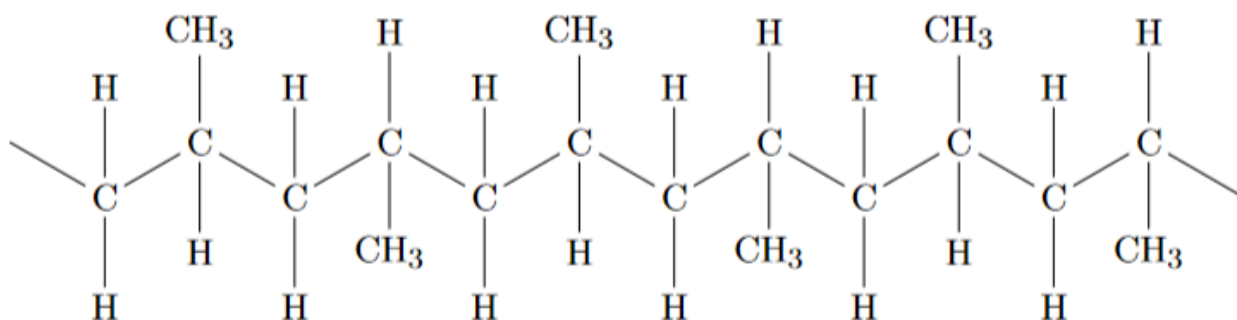
Полипропилен. Исходным продуктом для синтеза полипропилена является пропилен $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$. Важно отметить, что пропилен – дешевое и доступное сырье. Он находится в больших количествах в пропан-пропиленовой фракции крекинг-газа.

Полимеризация пропилена протекает при $50 - 70\text{ }^\circ\text{C}$ и в присутствии катализаторов: $\text{TiCl}_3 + \text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$. При этом получается пропилен в стереорегулярной форме (при других условиях получается нерегулярный обычный полимер).

Реакция полимеризации протекает по схеме:



В стереорегулярном пропилене боковые группы относительно главной цепи расположены упорядоченно, благодаря чему создается большая сила межмолекулярного притяжения. Молекулу стереорегулярного пропилена можно изобразить так:



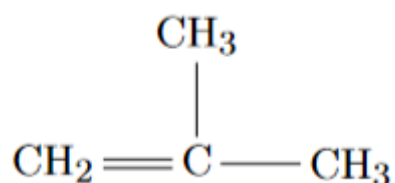
Стереорегулярным строением объясняется более высокая температура плавления и значительно большая механическая прочность стереорегулярного полимера по сравнению с нерегулярным.

Полипропилен – белое вещество (порошок или гранулы). Его плотность составляет $0,9\text{ г/см}^3$. Полипропилен имеет высокую температуру плавления (в пределах $160 - 170\text{ }^\circ\text{C}$) и высокий предел проч-

ности при растяжении 250 – 400 кгс/см². У полипропилена хорошие диэлектрические свойства. Они практически не зависят от частоты тока и от изменения влажности. Изготовленная из полипропилена тонкая пленка совершенно прозрачна, обладает очень малой газо- и паропроницаемостью.

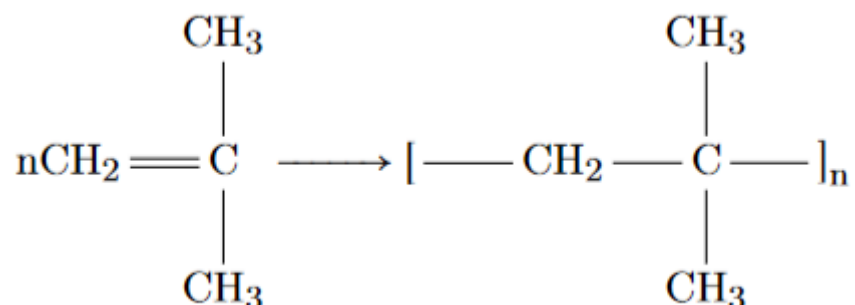
Полипропилен применяется для изготовления радио- и электротехнических деталей, химической аппаратуры, труб, в качестве кабельной изоляции и разнообразных предметов домашнего обихода. Синтетические волокна, полученные из полипропилена, превосходят по прочности капрон и нейлон. Недостатком полипропилена являются низкая морозостойкость (до –15 °С) и малая гибкость. По этим параметрам он уступает полиэтилену. Однако в тех случаях, когда не имеет особого значения морозостойкость, полимерные покрытия в виде тонких пленок могут быть использованы как имеющие высокую температуру размягчения и большую твердость.

Полиизобутилен. Исходным продуктом для синтеза полиизобутилена является мономер изобутилен (или метилпропен):



который может быть получен из бутен-бутиленовой фракции крекинга или пиролиза нефти. Молекула изобутилена полярна, этим обусловлена ее большая склонность к полимеризации.

Полимеризацию изобутилена можно изобразить следующей схемой:



Процесс полимеризации изобутилена протекает при низких температурах и в присутствии катализатора.

Полиизобутилен – эластичный каучукообразный бесцветный материал. Его плотность находится в пределах $0,91 - 0,93 \text{ г/см}^3$. Он химически стоек. Растворяется в бензине, бензоле и четыреххлористом углероде.

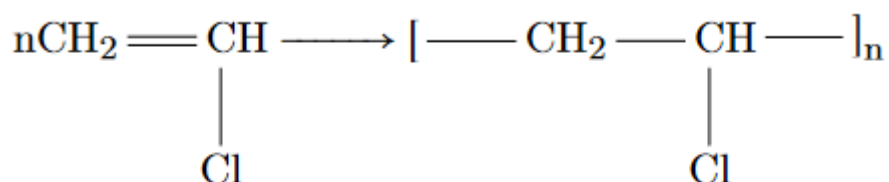
Полиизобутилен способен растягиваться до 10 – 15 кратной длины. Его механическая прочность неудовлетворительна. Под действием незначительной нагрузки полиизобутилен обладает значительной хладотекучестью (способен течь, т.е. менять свою форму при обычных температурах).

Из-за указанных выше недостатков полиизобутилен в чистом виде практически не применяется, а используется в смеси с другими материалами, которые улучшают его свойства (сажа, графит). Полиизобутилен применяется в производстве бутилкаучука, для изготовления изоляционных лент, шлангов, кабелей, клеящих материалов.

Поливинилхлорид. Поливинилхлорид (ПВХ) получают из мономера – винилхлорида $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$.

В связи с тем, что величина электроотрицательности у хлора больше, чем у водорода, то в молекуле винилхлорида электронная плотность смещается по направлению к хлору. Это приводит к упрочнению связи хлора с углеродом и облегчает разрыв двойной связи. Винилхлорид легко подвергается полимеризации.

Полимеризация винилхлорида происходит под действием света, тепла, а также активирующих агентов (пероксидных соединений):



Поливинилхлорид – белый порошок, его плотность $1,4 \text{ г/см}^3$. Поливинилхлорид обладает высокими диэлектрическими свойствами и большой механической прочностью. Важным свойством поливинилхлорида является его негорючесть. Будучи подожженным он перестает гореть, если его удалить из пламени.

Поливинилхлорид обладает малой паро-, водонепроницаемостью и большой химической стойкостью, он устойчив по отношению к щелочам, разбавленным кислотам, спирту, бензину и другим реагентам, легко окрашивается.

Из поливинилхлорида получают два вида пластмасс:

- а) винипласт, обладающий значительной жесткостью;
- б) пластикат – более мягкий материал.

Из винипласта изготавливают химически стойкие трубы, различные части химической аппаратуры, насосы для перекачки агрессивных жидкостей; вентиляторы, аккумуляторные баки, электрозащиты и др. Винипласт заменяет целлулоид и эбонит при изготовлении предметов обихода, частей электроприборов.

Винипласт хорошо поддается различным видам механической обработки: штамповке, прессованию, фрезерованию, распиливанию.

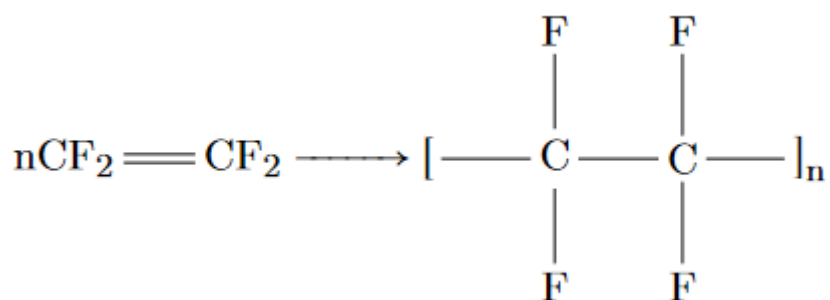
Для получения пластика к поливинилхлориду добавляют пластификаторы (вещества, которые уменьшают в полимерах межмолекулярные силы взаимодействия, повышают гибкость и растяжимость полимеров).

Поливинилхлоридный пластикат обладает высокими диэлектрическими показателями и морозостойкостью. Он широко применяется в качестве электроизоляционного материала. Из него получают нанесением пластиката на ткань многие предметы широкого потребления – плащи, накидки, клеенки, линолеум, получают также заменители кожи, используемые как обивочный материал, для изготовления портфелей, сумок, летней обуви.

К недостаткам поливинилхлорида относится сравнительно низкая его теплостойкость. Изделия из него можно применять при температуре не выше 70 °С.

Политетрафторэтилен. Политетрафторэтилен получают полимеризацией тетрафторэтилена $\text{CF}_2 = \text{CF}_2$.

Тетрафторэтилен можно рассматривать как этилен, в котором все четыре атома водорода замещены фтором $\text{CF}_2 = \text{CF}_2$. При обычных условиях газообразное вещество. Превращается в полимер в водной эмульсионной среде в присутствии инициаторов (пероксида бензоила, пероксида водорода). Полимеризацию тетрафторэтилена можно изобразить следующей схемой:

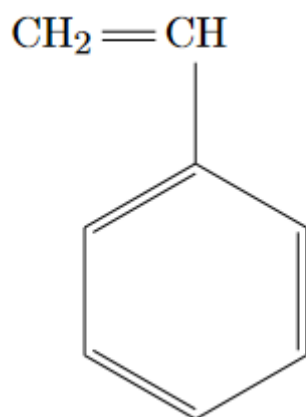


Политетрафторэтилен (фторопласт-4) – полимер, обладающий непревзойденной химической стойкостью. По химической стойкости превосходит все синтетические и полимерные материалы (полиэтилен и др.), а также такие благородные металлы, как золото, платина. На политетрафторэтилен даже при высокой температуре не действуют ни кислоты, ни щелочи, ни обычные окислители. Только расплавленные щелочные металлы при нагревании могут разрушать его.

Причина высокой химической стойкости заключается в том, что фтор как наиболее активный галоген образует прочные связи с атомами углерода. Химические связи атома фтора с углеродом сильно полярны, но суммарный дипольный момент равен нулю, так как отдельные дипольные моменты полностью компенсируют друг друга. Это обуславливает высокие диэлектрические свойства фторопласта и малую их зависимость от частоты и температуры. Полимер обладает высокой тепло- и морозостойкостью.

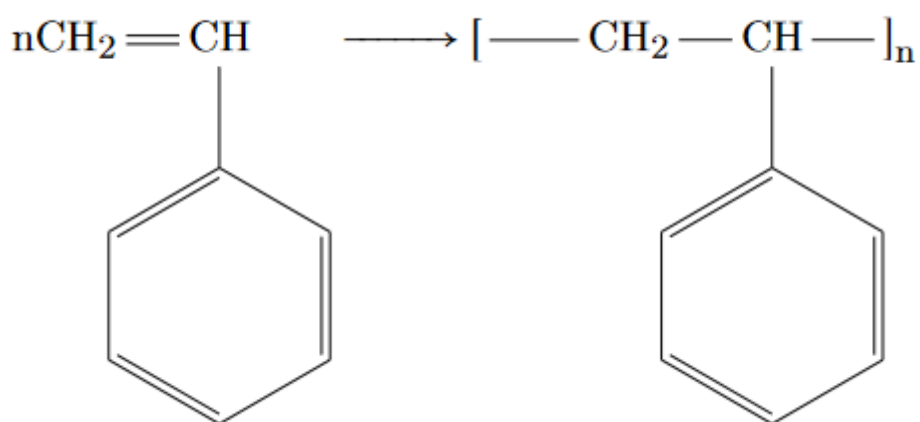
Политетрафторэтилен применяется как электроизоляционный материал в высокочастотных и ультравысокочастотных устройствах. Из него изготавливают различные детали химической аппаратуры (трубы, вентили, краны, насосы и т.п.), предназначенной для работы с наиболее агрессивными веществами. Из фторопласта изготавливают подшипники. Такие подшипники из-за высокой поверхностной твердости не нуждаются в применении смазок. Фторопластовые пленки применяются в производстве конденсаторов.

Полистирол. Мономером для синтеза полистирола служит стирол (фенилэтилен):



Стирол – бесцветная жидкость, имеющая температуру кипения 145,2 °С. Он легко полимеризуется даже при комнатной температуре. Активность стирола можно объяснить неуравновешенностью молекулы из-за наличия фенильной группы у этиленовой связи, обуславливающей возникновение дипольного момента молекулы стирола.

Полимеризацию стирола проводят при небольшом нагревании (60 – 80 °С) и в присутствии пероксида бензоила – инициатора полимеризации. Процесс протекает по схеме:

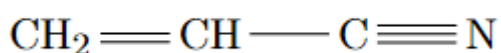


Полистирол – твердый, бесцветный, прозрачный материал, похожий на стекло, плотностью 1,06 г/см³. Он способен окрашиваться в любые цвета, термопластичен, легко поддается формованию. Полистирол довольно стоек к действию кислот и щелочей (за исключением HNO₃), растворяется в некоторых органических растворителях (ароматических и хлорированных углеводах, эфирах) и поэтому его можно склеивать. Полистирол обладает высокими диэлектрическими свойствами, горит коптящим пламенем.

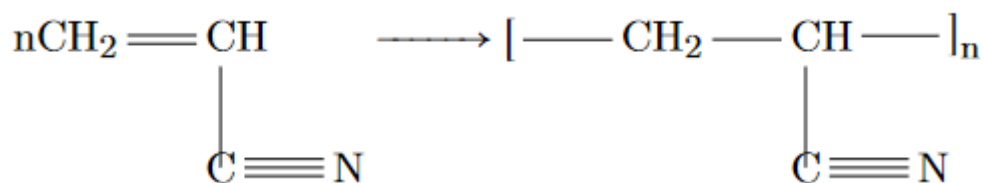
Полистирол широко применяется в электро- и радиотехнике как изоляционный материал для изготовления высокочастотных деталей (панели электронных ламп, каркасы катушек, основания конденсаторов и др.). Из полистирола готовят различные емкости для минеральных кислот, аккумуляторные баки, большое количество предметов бытового назначения (блюда, вазы, шкатулки, расчески, бритвенные приборы, игрушки и т.д.).

Из прозрачного полистирола делают линзы большого диаметра для сильных источников света. В строительстве полистирол используется в качестве разноцветных облицовочных плиток, которые легче, удобнее и красивее керамических. Недостатком полистирола является его низкая ударная вязкость.

Полиакрилонитрил. Исходным веществом для получения полиакрило-нитрила служит мономер акрилонитрил:



Процесс полимеризации протекает по схеме:



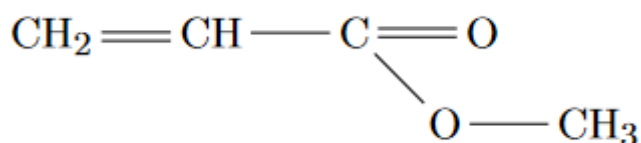
Так как из полиакрилонитрила получают синтетическое волокно нитрон (орлон), то раствор полимера продавливают через фильеру и затем образовавшиеся нити подвергают вытяжке, промывке, отделке и сушке.

Поливинилакрилонитрильное волокно обладает большой тепло- и светостойкостью, чем любое другое волокно, не подвергается действию атмосферных явлений. Поливинилакрилонитрил имеет довольно высокую химическую стойкость, в том числе к кислотам и щелочам средней концентрации.

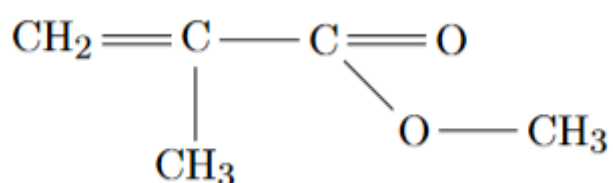
Поливинилакрилонитрильные волокна применяются для изготовления шерстяного трикотажа и различных тканей, рыболовецких сетей, дешевых и красивых искусственных мехов, не боящихся атмосферного влияния. Их недостаток – невысокая устойчивость к истиранию. Поливинилакрилонитрил может быть использован как полупроводник. В этом случае его подвергают специальной обработке.

Полиакрилаты. Полиакрилатами называют полимеры эфиров акриловой и метакриловой кислот.

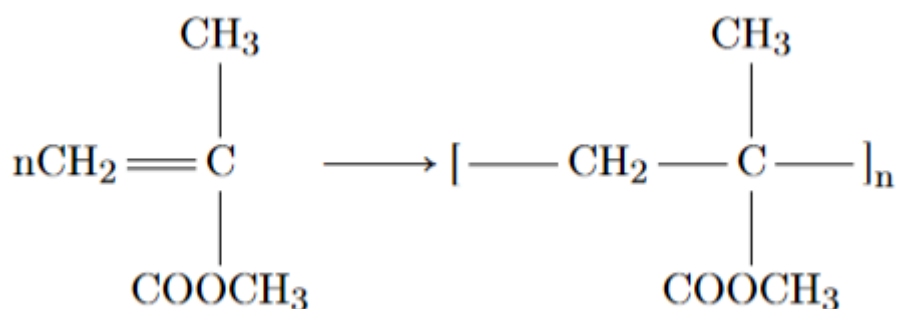
Наибольшее значение имеют полимеры, полученные из мономеров метилакрилата:



и метилметакрилата:



Так как молекулы эфиров акриловой и метакриловой кислоты являются асимметричными, то их полимеризация протекает легко под воздействием света, нагревания и инициаторов полимеризации. Реакция полимеризации протекает для метилметакрилата (аналогично метилакрилата) по следующей схеме:



Инициатором полимеризации служит перекись водорода.

Полиметилметакрилат – твердый, термопластичный, прозрачный, напоминающий стекло, но не разбивающийся при ударе, материал. Поэтому полиметилметакрилат называют оргстеклом. Плотность 1,2 г/см³, температурная стойкость до 60 – 80 °С. Диэлектрические свойства выражены примерно раза в три слабее, чем у полиэтилена. Оргстекло пропускает до 73 % ультрафиолетовых лучей, когда как обычное силикатное пропускает их всего лишь 0,6 %. Растворяет-

ся лишь в некоторых органических растворителях (ацетоне, дихлорэтане).

Органическое стекло легко формуется и легко подвергается механической обработке, склеиванию и горит синеватым пламенем. Полиметилметакрилат, сочетающий исключительную прозрачность с прочностью и большой легкостью, применяется для остекления самолетов, судов, автомобилей. Из него делают увеличительные стекла, циферблаты, небьющиеся предохранительные стекла для часов, ряд предметов бытового назначения – вазы, шкатулки, письменные приборы, линейки и т.д.

Оргстекло находит широкое применение в электротехнической, приборостроительной, радиотехнической промышленности в качестве конструкционного материала, в медицине при изготовлении различных протезов.

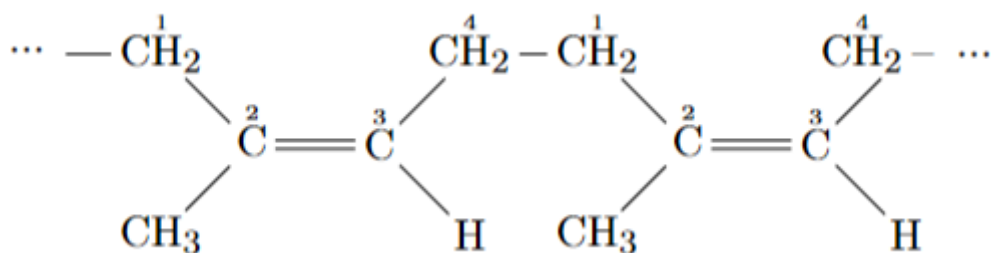
К недостаткам полиметилметакрилата относятся сравнительно малая поверхностная твердость, вследствие чего на органическом стекле довольно легко образуются царапины, относительно низкая температурная стойкость (60 – 80 °C).

7.3. Каучуки и синтетические смолы

Каучуками называются полимерные соединения, содержащие ненасыщенные связи.

Каучук, содержащийся в млечном соке (латексе) каучуконосных растений, называют натуральным каучуком. Каучуки, полученные путем синтеза из низкомолекулярных соединений (бутадиена и др.), называются синтетическими каучуками. В млечном соке каучуконосных растений содержится около 35 % натурального (природного) сока и до 60 % воды.

Исследования показали, что натуральный каучук является стереорегулярным и представляет собой цис-форму 2-метил-1,3-бутадиенового полимера. Элементарные звенья в макромолекуле соединены друг с другом в положении 1-4:



Натуральный каучук обладает хорошей эластичностью, гибкостью и высокой морозостойкостью.

Наряду с цис-формой полимера 2-метил – 1,3-бутадиена (изопрена) в соке некоторых каучуковых деревьев и кустарников встречается и вторая форма натурального каучука – транс-форма. В макромолекуле транс-формы натурального каучука (изопренового) метильные группы расположены по разные стороны от двойных связей. Такой каучук называют *гуттаперчей*. По своим показателям гуттаперча уступает стереорегулярной цис-форме природного каучука, в чистом виде применяется для покрытия электрокабелей, изготовления клеев и др.

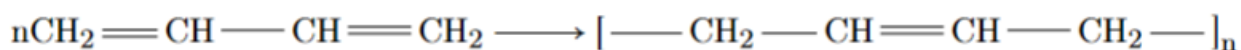
Синтетические каучуки в зависимости от состава и строения могут обладать разнообразными физико-химическими свойствами. Исходя из областей применения, синтетические каучуки обычно подразделяют на каучуки общего назначения (используемые для производства большинства видов шинной и резиновой продукции) и каучуки специального назначения (бензо- и маслостойкие, морозостойкие и т.п.).

Бутадиеновый каучук. Исходным мономером для получения синтетического бутадиенового каучука служит бутадиен-1,3:

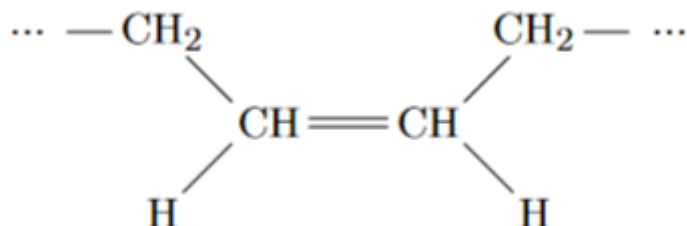


Полимеризацию бутадиена проводят с применением стереоспецифических металлоорганических катализаторов (комплексов, состоящих из алюминия, четыреххлористого титана и триизобутилалюминия).

Получается полимер стереорегулярного строения. Процесс полимеризации можно изобразить схемой:



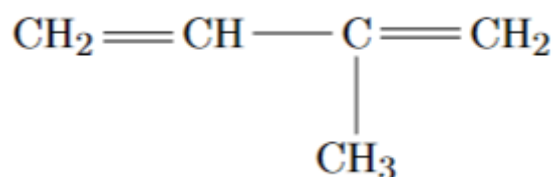
Молекула стереорегулярного каучука имеет цис-изомерную форму:



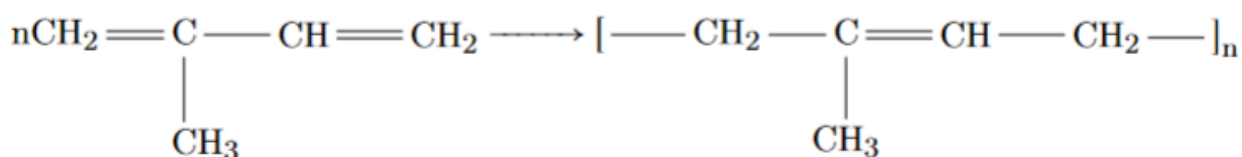
отличающуюся расположением одинаковых групп атомов по одну сторону от двойной связи. Полное название такого каучука: цис-1,4-бутадиеновый каучук.

Благодаря регулярности строения, 1,4-бутадиеновый каучук по основным свойствам приближается к натуральному каучуку. Он имеет низкую температуру стекловарения (-110°C), значительно сопротивляется истиранию и очень эластичен. Но в отличие от натурального каучука не обладает клейкостью.

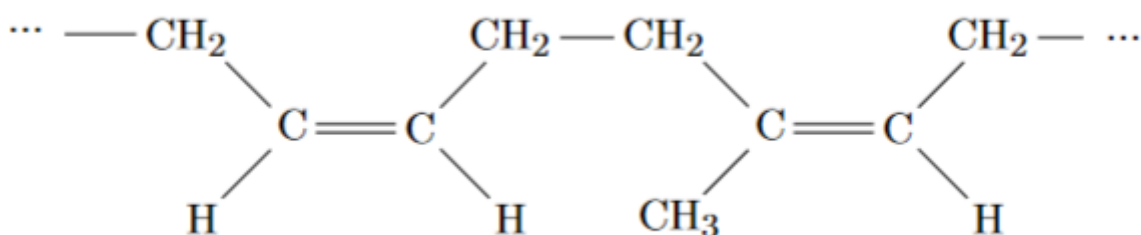
Синтетический изопреновый каучук получают полимеризацией изопрена:



Изопрен представляет собой бесцветную жидкость, кипящую при температуре 34°C . Процесс полимеризации можно изобразить схемой:

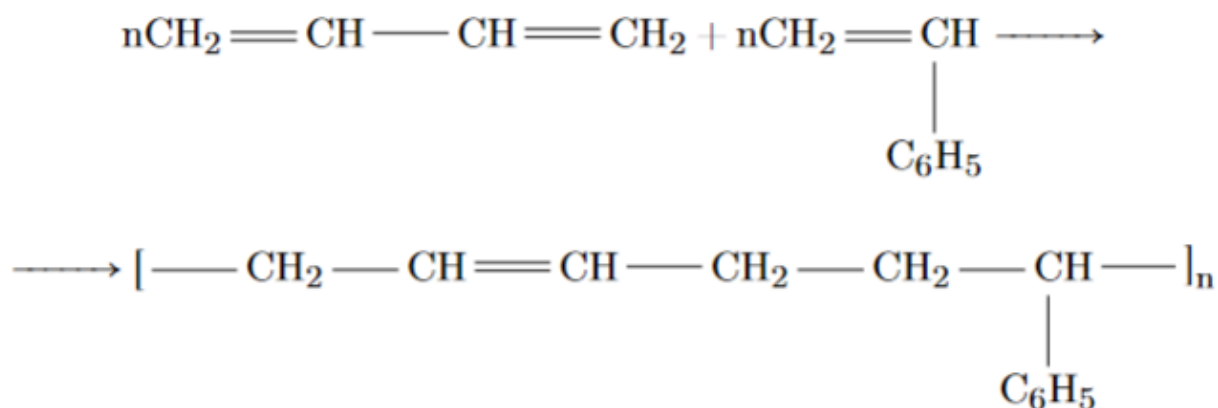


Для получения стереорегулярной формы применяются стереоспецифические катализаторы Циглера-Натта (алюминийалкилы в сочетании с четыреххлористым титаном). Макромолекула в этом случае имеет цис-форму:



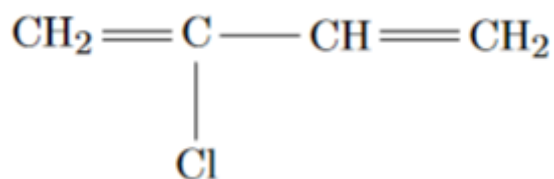
Синтетический стереорегулярный изопреновый каучук по основным показателям равноценен натуральному каучуку.

Бутадиен-стирольные каучуки. Этот вид синтетического каучука является сополимером, т.е. продуктом совместной полимеризации мономеров бутадиена и стирола.

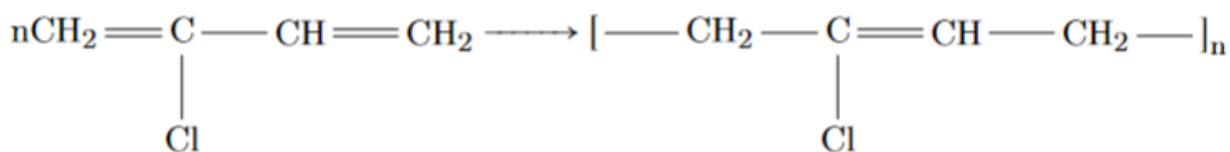


Бутадиен-стирольный каучук относится к каучукам общего типа. В зависимости от отношения бутадиена и стирола при полимеризации образуются каучуки с различными физико-химическими свойствами. Например, если брать 10 частей бутадиена и 90 частей стирола, то получается твердый полимер, применяемый для изготовления облегченной микропористой подошвы.

Хлорпеновый каучук. Это вид синтетического каучука можно отнести к каучукам специального назначения. Исходным мономером для синтеза хлорпенового каучука служит хлорпрен:



Процесс полимеризации можно представить следующей схемой:



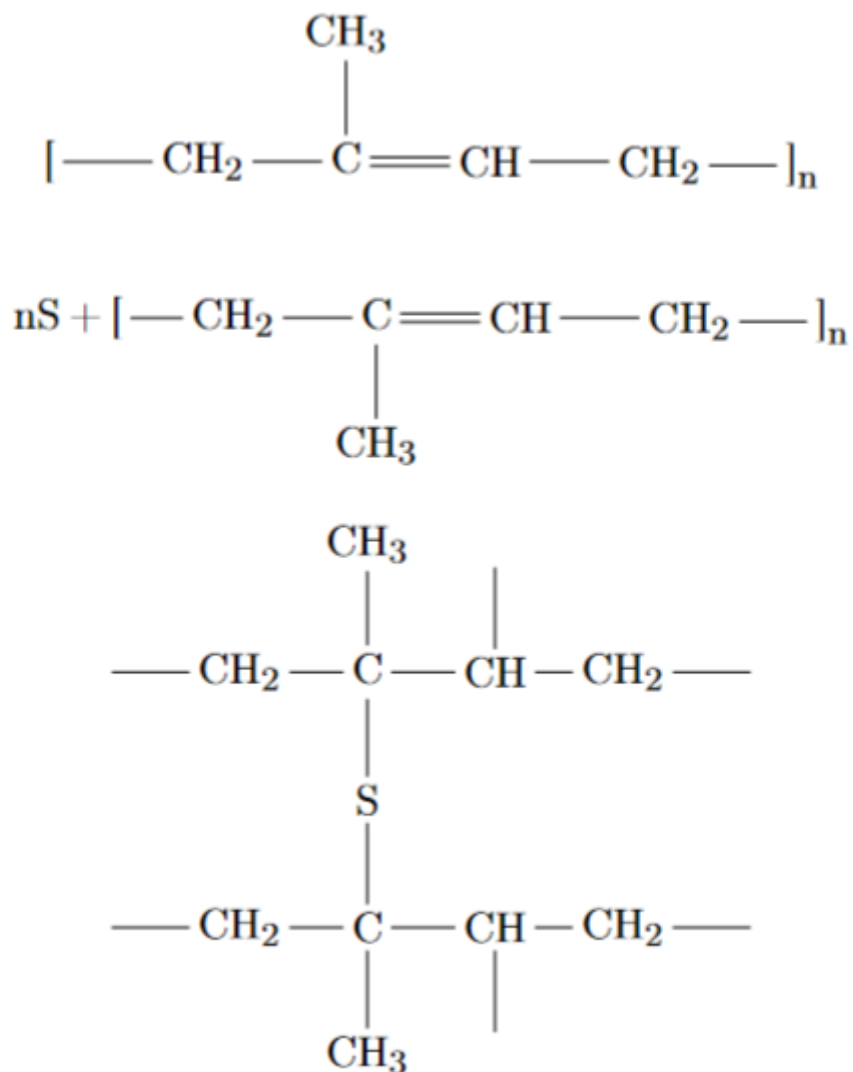
В России хлорпреновый каучук выпускают под названием наирит.

Так как в молекуле хлорпренового каучука связь хлора с углеродом сильно полярная, полихлорпрен не имеет сродства к неполярным растворителям. Это обуславливает стойкость хлорпренового каучука к действию масел, керосина, бензина. Этот каучук негорюч, выделяющийся при высоких температурах хлористый водород является гасителем пламени.

Резины на основе хлорпренового каучука обладают большой стойкостью к действию озона, значительно медленнее стареют, чем резины на основе натурального каучука.

Вулканизация каучука. С целью получения резины каучук подвергают вулканизации. Для этого составляют так называемую резиновую смесь: берут в определенных соотношениях каучук, вулканизирующий агент (чаще серу) и различные наполнители (глину, мел). Все это перемешивают и подвергают нагреванию.

Так как макромолекулы каучука содержат ненасыщенные связи, то в результате вулканизации эти связи разрываются и атомы серы присоединяются к линейным молекулам каучука (по местам кратных связей), «сшивая» их в трехмерные сетки. Процесс вулканизации можно представить схемой:



Каучук в результате вулканизации превращается в прочную эластичную упругую массу – резину. Следовательно, вулканизацией называют процесс превращения каучука в резину. Вулканизацию проводят либо после формования резиновой смеси соответствующих изделий (труб, рукавов, листов и др.), либо одновременно с процессом формования изделий.

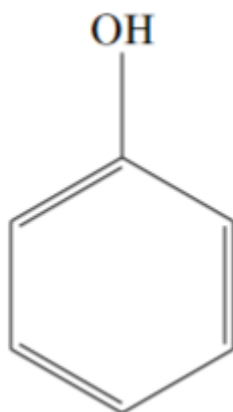
Если в резиновую смесь ввести большое количество серы (до 32 %), то образуется жесткий пластик – эбонит, применяемый в качестве изолятора в электротехнике.

Большое количество резины (а следовательно, каучука) потребляет автомобильная, тракторная, авиационная промышленности. Много материала расходуется на изготовление транспортных лент, приводных ремней, различных шлангов, электроизоляционных изде-

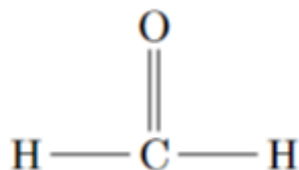
лий, прорезиненных тканей, спортивных товаров, изделий санитарии и гигиены и изделий самого широкого потребления (обувь, игрушки).

7.3.1. Феноло-формальдегидные смолы

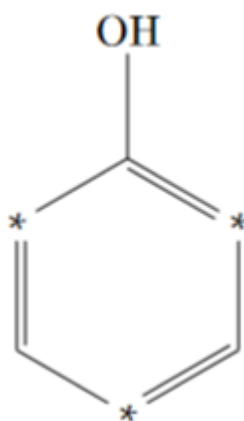
Исходным продуктом для получения феноло-формальдегидных смол служат фенол



и формальдегид



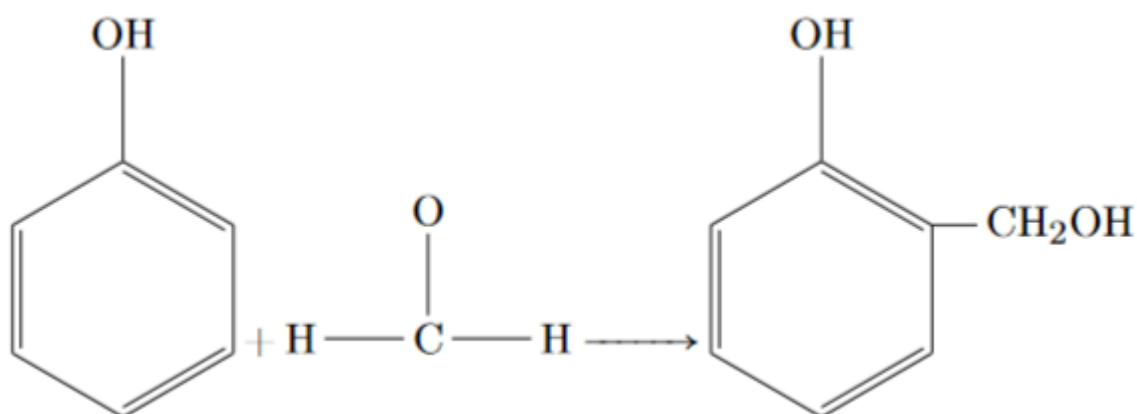
В феноле имеются три реакционноспособных атома водорода (они обозначены звездочкой).



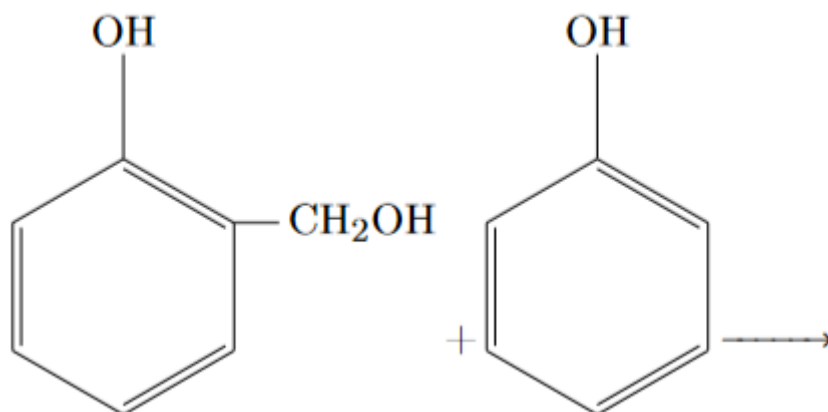
В зависимости от катализатора и количественного соотношения фенола и формальдегида получают разные по структуре и свойствам феноло-формальдегидные смолы.

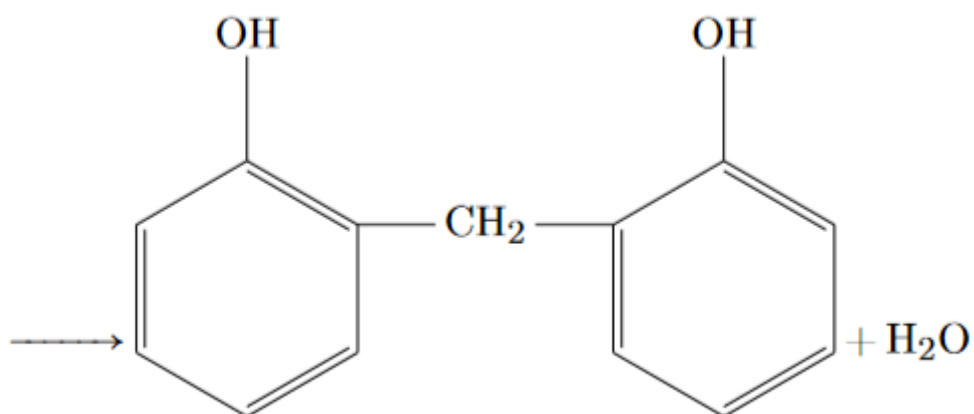
Если процесс поликонденсации протекает в кислой среде (кислота-катализатор) и при соотношении формальдегида и фенола 1:1 (или при небольшом избытке фенола) образуется линейный полимер – новолачная феноло-формальдегидная смола. Новолачная смола при нагревании размягчается, а при охлаждении снова затвердевает, не претерпевая при этом химических изменений. Такую смолу называют термопластичной.

Реакция фенола с формальдегидом идет по стадиям. На первой стадии процесса поликонденсации образуется фенолоспирт (оксибензиловый спирт):

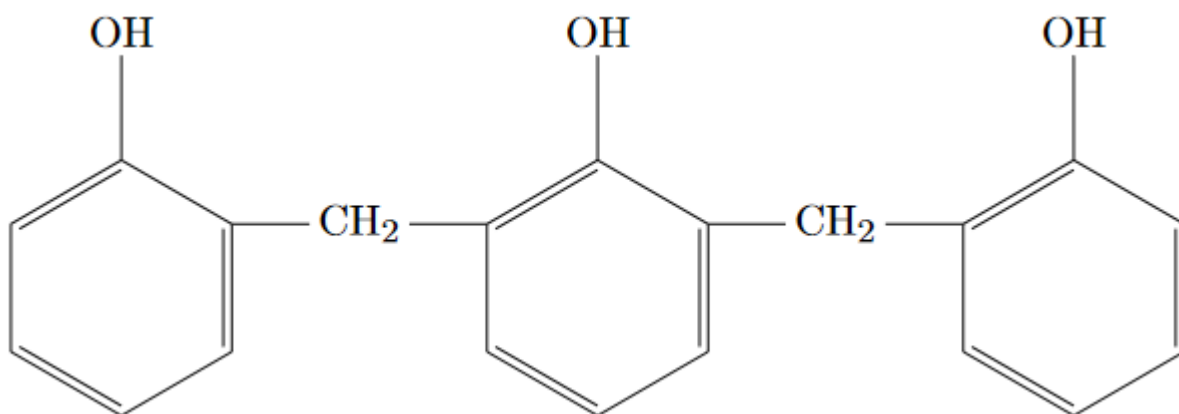


затем димер-диоксифенилметан.

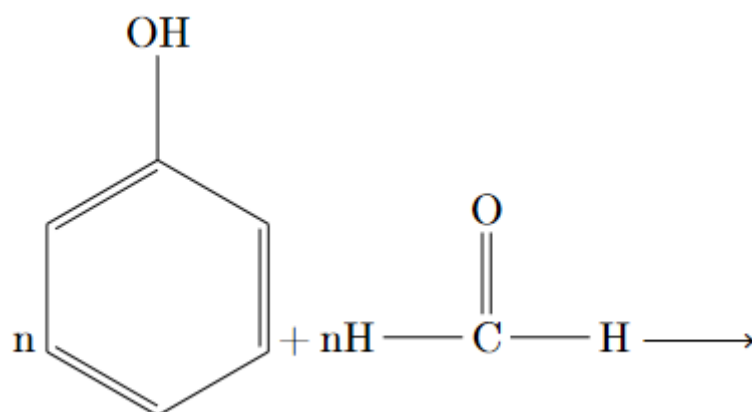


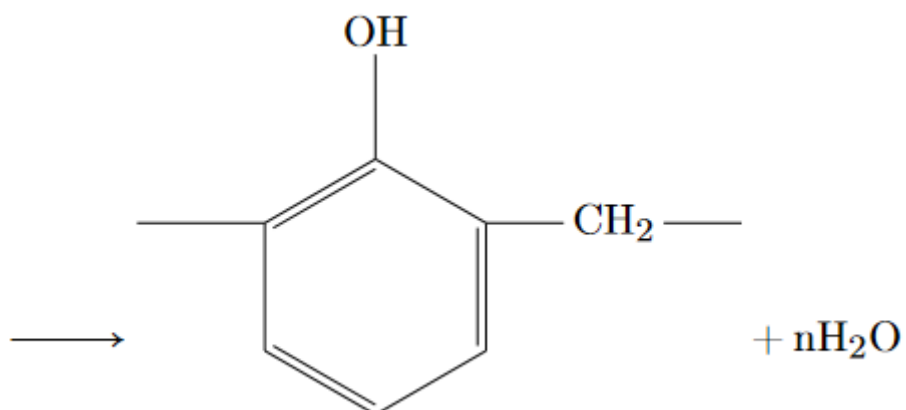


Процесс дальнейшей конденсации приводит к образованию линейного полимера – новолачной формальдегидной смолы. Ее строение можно представить формулой



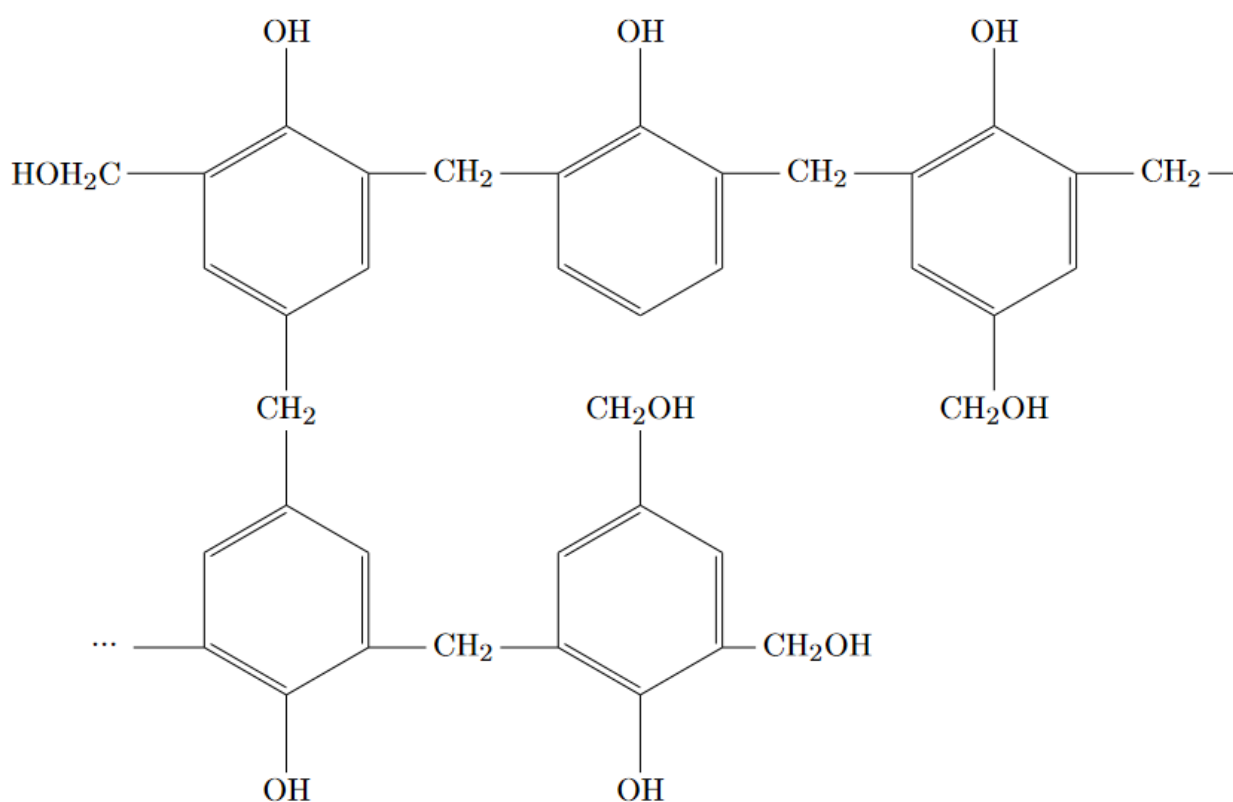
В целом процесс поликонденсации можно изобразить следующей схемой:





Если процесс поликонденсации проводить в щелочной среде и при избытке формальдегида, образуются *резольные* смолы. При нагревании резольные смолы претерпевают ряд химических превращений, в результате которых полимер приобретает трехмерное строение и теряет способность размягчаться при последующих нагреваниях. Такие смолы называют *термореактивными*.

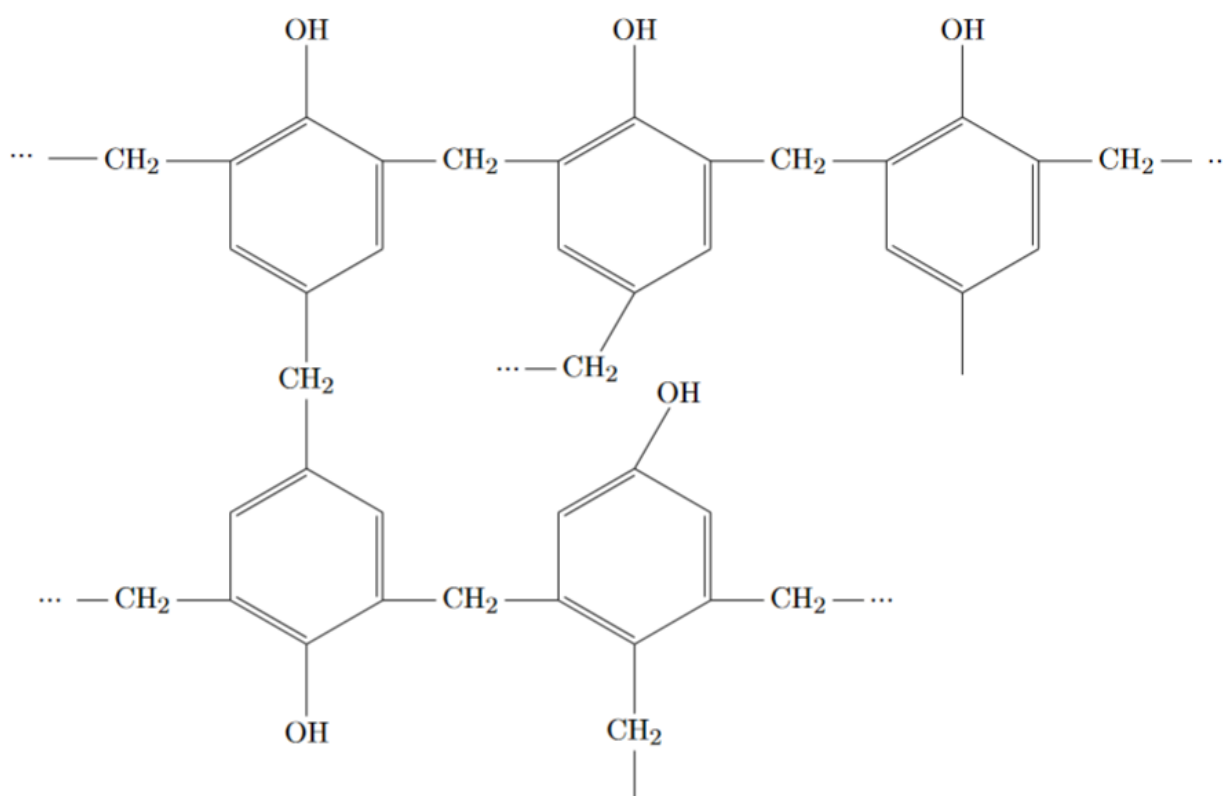
Различают три стадии поликонденсации резольных смол: А, В, С. Смолы в стадии «А» называют резолами. Их структура выглядит так:



Резолы способны плавиться и растворяться в различных растворителях.

В стадии «В» смолы называются резитолами. Они уже нерастворимы и неплавки, но способны набухать в некоторых растворителях (например, в ацетоне) и от нагревания размягчаются.

В конечной стадии «С» смола называется резитом и имеет пространственную структуру. Строение конечного пространственного полимера очень сложное и схематически может быть представлено в следующем виде:



Смола в этой стадии от нагревания не размягчается и не плавится, не растворяется и не набухает в растворителях. Новолачная смола может быть переведена в резольную вплоть до стадии «С», если к новолачной смоле добавлять в избытке формальдегид и проводить процесс поликонденсации.

Новолачные и резольные смолы в стадии «А» имеют недостаточно высокие изоляционные свойства. Это обусловлено их полярностью (наличием полярных гидроксильных групп) и возможностью вращения звеньев полярной цепи в электрическом поле. При переходе резольной смолы в стадию пространственного полимера утрачивается в значительной мере подвижность звеньев, что приводит к повышению диэлектрических свойств.

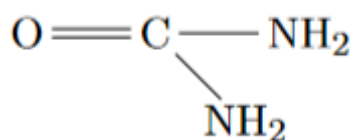
Резольные феноло-формальдегидные смолы (резитолы) обладают достаточно высокими электроизоляционными свойствами, химической стойкостью и прочностью. Они широко применяются в производстве пластмасс (фенолпластов) и для получения лаков и клея.

Для получения лаков и клея берут резольную смолу стадии «А» (резол) и смешивают ее с соответствующим растворителем. При высыхании лака или клея протекает процесс дальнейшей поликонденсации, полимер превращается в пространственную форму, неплавкое состояние.

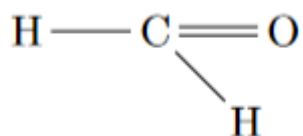
Резольные феноло-формальдегидные смолы неэластичны, но механически достаточно прочны. Различные конструктивно-электроизоляционные детали, такие как панели, щитки, стержни, трубки, колодки, а также корпуса аппаратов изготавливают из слоистых пластиков, содержащих в качестве связующих феноло-формальдегидные смолы, или из пресс-материалов на их основе.

7.3.2. Мочевино-формальдегидные смолы

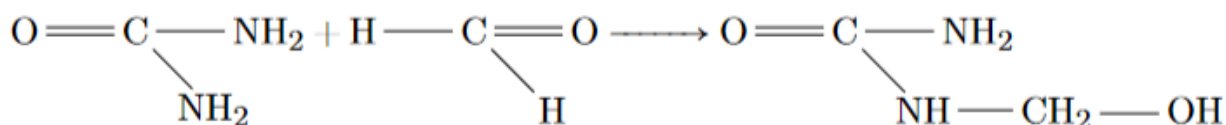
Мочевино-формальдегидные смолы получают в результате процесса поликонденсации мочевины



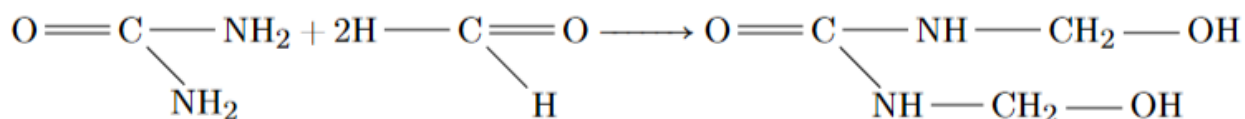
и формальдегида



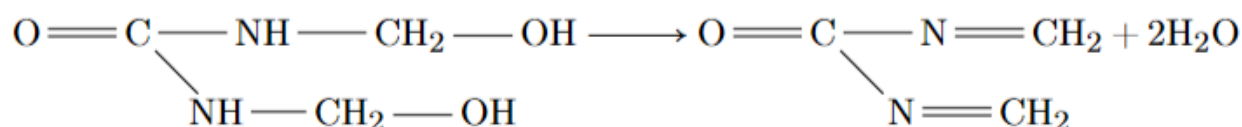
Поликонденсация мочевины с формальдегидом протекает в водном растворе в присутствии кислых или щелочных катализаторов и может быть разделена на несколько стадий. В щелочной среде мочевина образует с формальдегидом монометилмочевину



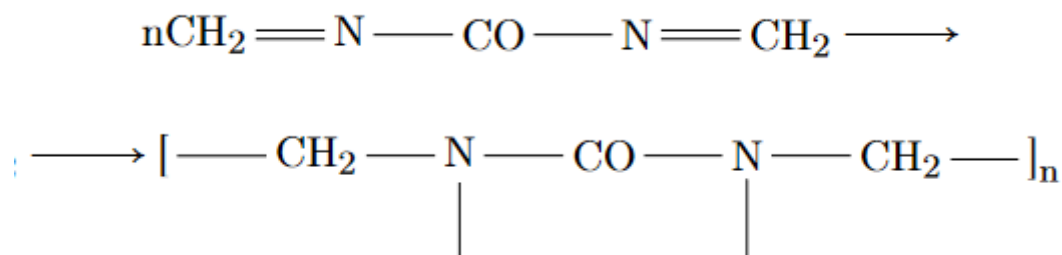
или при большом количестве формальдегида - диметилмочевину:



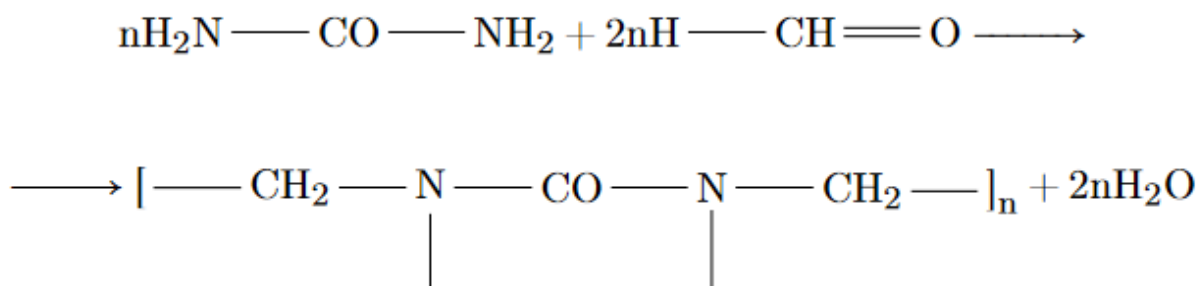
При нагревании метилмочевина и диметилмочевина превращаются в метилен или диметиленмочевину, отщепляя при этом воду:



Затем образовавшийся продукт конденсации превращается в трехмерный полимер – мочевино-формальдегидную смолу



Процесс поликонденсации мочевины с формальдегидом можно сокращенно изобразить следующей схемой:



Мочевино-формальдегидные смолы являются термореактивными смолами. Как и феноло-формальдегидные смолы, они неплавкие и нерастворимые, имеют пространственную структуру полимера.

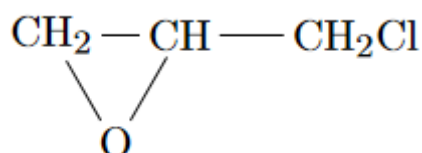
Мочевино-формальдегидные смолы бесцветны, светостойчивы, не изменяются даже при длительном хранении, легко подвергаются окрашиванию. Мочевино-формальдегидные смолы составляют основу аминопластов. Аминопласты применяются для изготовления пред-

метов широкого потребления и изделий, к которым не предъявляют требований высокой водостойкости и высоких диэлектрических показателей.

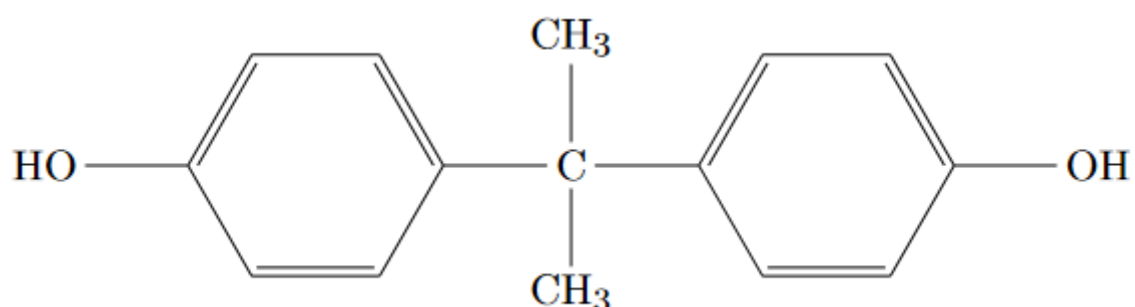
Например, из аминопластов изготавливают различную посуду, телефонные аппараты, части электроприборов, радиопринадлежности, а также древесностружечные плиты, применяют в производстве клеев, пропитки тканей и т.д. Аминопласты стойки к действию многих органических растворителей.

7.3.3. Эпоксидные смолы

Эпоксидные смолы получают взаимодействием эпихлоргидрина

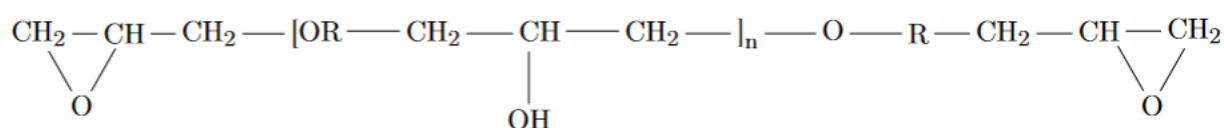


и многоатомных фенолов, прежде всего диоксидифенилпропана

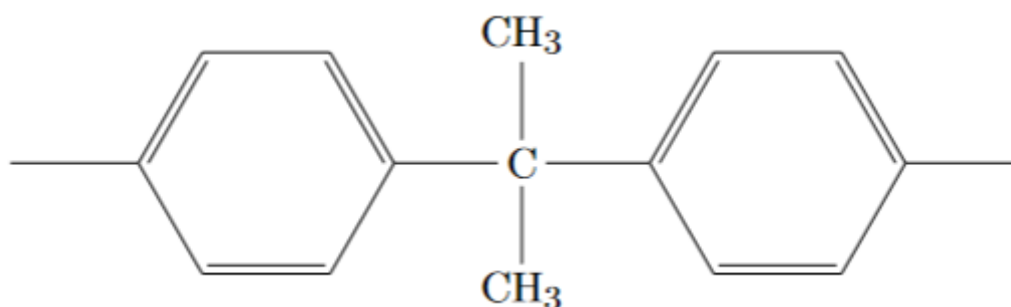


Реакцию конденсации эпихлоргидрина и диоксидифенилпропана ведут при температуре 100 °С и в щелочной среде для того, чтобы связать выделяемый в этом процессе хлористый водород.

В результате последовательных актов конденсации и полимеризации получается макромолекула полиэпоксида следующего строения:

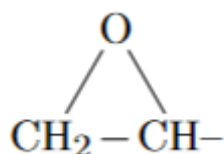


где буквой R обозначен радикал CH_3

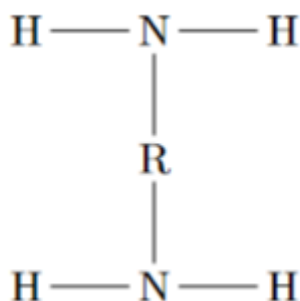
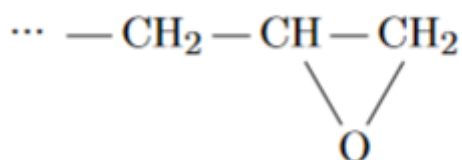


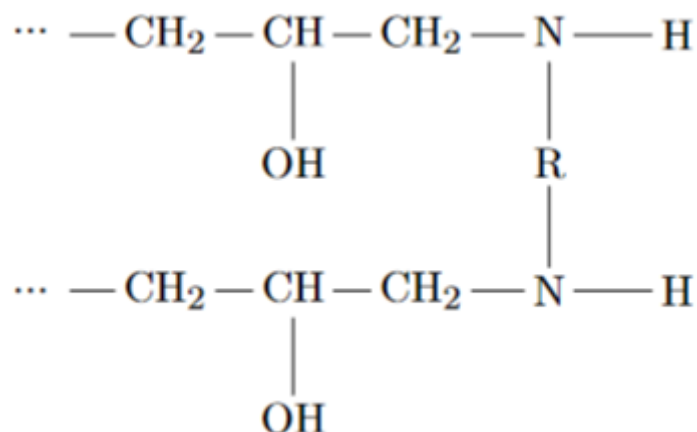
(дифенилпропанрадикал).

Концевые группы



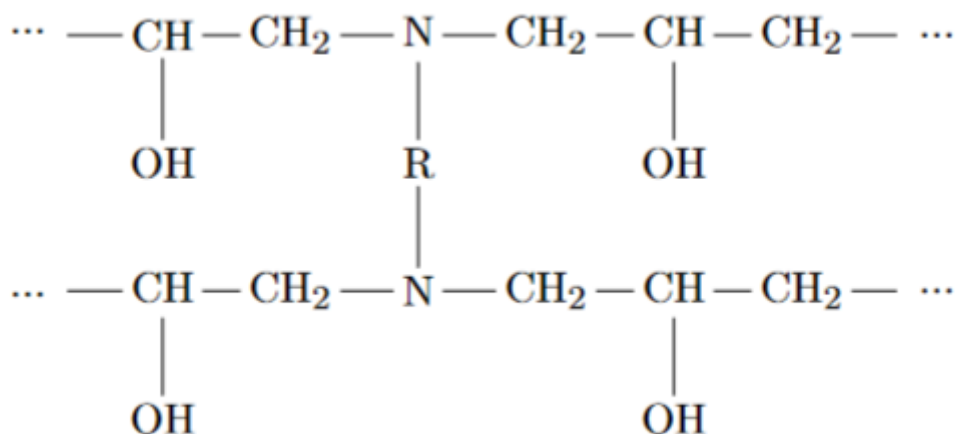
в молекуле полиэпоксида называются эпоксигруппами. Отсюда и смола называется эпоксидной смолой. Она представляет собой жидкую консистенцию. Эпоксигруппы неустойчивы и легко взаимодействуют с соединениями, у которых имеется подвижный атом водорода. Если смешать эпоксидную смолу с соединением, имеющим подвижный атом водорода (например, диамин), происходит реакция, в результате которой удлиняется молекула, и образуются поперечные связи:





Вещества, добавляемые к эпоксидной смоле для превращения ее в твердое полимерное соединение, называют отвердителями. Отвердители делятся на два класса: отверждающие на холоде (амины) и отверждающие при нагревании (кислоты и ангидриды кислот).

Диамины, как показано выше, присоединяются к эпоксидной смоле на холоде. При повышении температуры в реакцию вступают остальные водородные атомы диамина и образуются еще более длинные сшитые молекулы



Эпоксидные смолы обладают хорошей адгезией (свойством прилипания) к различным материалам, высокой механической прочностью, стойкостью к действию химических реагентов, хорошими диэлектрическими показателями.

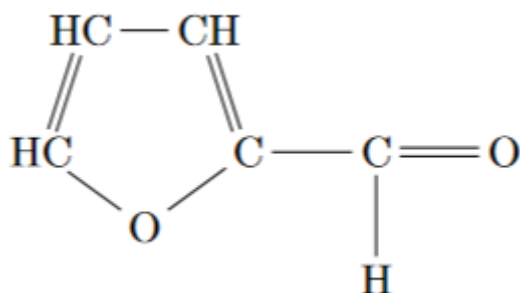
Эпоксидные смолы находят широкое применение для изготовления стеклопластиков, защитных покрытий, клея. Они используются в электротехнике, радиотехнике в качестве пропиточных и заливочных, клеящих и герметизирующих составов. Ими заливают и гермети-

зируют трансформаторы, конденсаторы, блоки сопротивления, дроссели и другие элементы электрических схем. Из них изготавливают изоляторы, стопорные и концевые муфты кабелей. Эпоксидная шпаклевка применяется для заделки вмятин, стыков, швов на металлической и деревянной поверхностях.

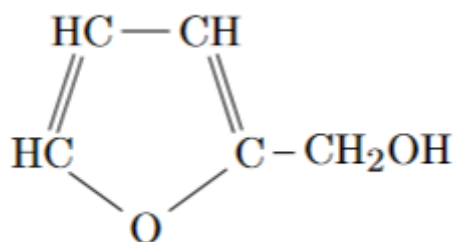
Эпоксидный клей не имеет себе равных. Он отлично склеивает металлы и их сплавы, древесину, керамику, фарфор, применяется для заделки трещин, пор, раковин и других дефектов при ремонте автомобилей, мотоциклов, предметов домашнего обихода и т.д.

7.3.4. Фурановые смолы

Фурановые полимеры являются гетероцепными высокомолекулярными соединениями, полученными из мономерных соединений ряда фурана: фурфурола



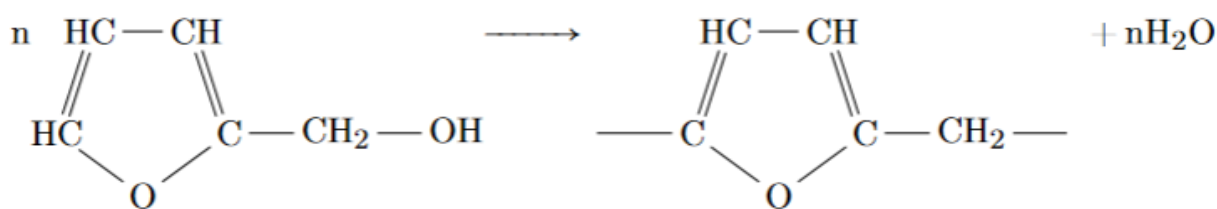
фурилового спирта



и других.

В зависимости от исходного мономера фурановые полимеры делятся на фурфурольные, фуриловые и фурфуролацетоновые. В качестве примера рассмотрим получение фуриловых полимеров.

Реакция поликонденсации фурилового спирта протекает с выделением воды. Процесс поликонденсации можно изобразить следующей схемой:



Полученный продукт представляет собой вязкую жидкость от янтарного до темно-коричневого цвета, хорошо растворимую в ацетоне, спирте и бензоле. При нагревании в присутствии кислотных катализаторов фуриловые смолы переходят в неплавкие и нерастворимые полимеры пространственного строения.

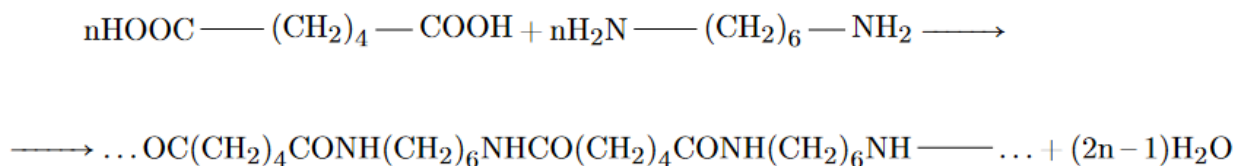
Отличительными свойствами пространственных фурановых полимеров являются высокая теплостойкость (до 300 – 500 °С), универсальная химическая стойкость под действием агрессивных сред (за исключением сильных окислителей). Они обладают хорошей радиационной стойкостью и удовлетворительными диэлектрическими свойствами.

7.4. Полиамиды и полиэфиры

Полиамидами называют высокомолекулярные соединения, содержащие между углеводородными остатками повторяющиеся амидные группы $-\text{CONH}-$. Различают два вида полиамидов: полиамиды, полученные конденсацией диаминов с дикарбоновыми кислотами; полиамиды, полученные конденсацией аминокислот.

Представители первого типа амидов – нейлон. Нейлон получают конденсацией адипиновой кислоты $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$ и гексаметилендиамина $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$.

Процесс поликонденсации можно изобразить следующей схемой:



Полигексаметилендиамин (наилон) изображают структурной формулой элементарного звена



Полигексаметилендиамин в расплавленном виде продавливают через щелевое отверстие в ванну с холодной водой. Застывшую смолу сушат, измельчают, плавят и из расплава формируют волокно.

К полиамам, наряду с нейлоном, относятся также капрон, рилсан. Полиамиды – твердые роговидные полимеры с высокой температурой плавления (наилон – 264 °С, капрон – 217 °С).

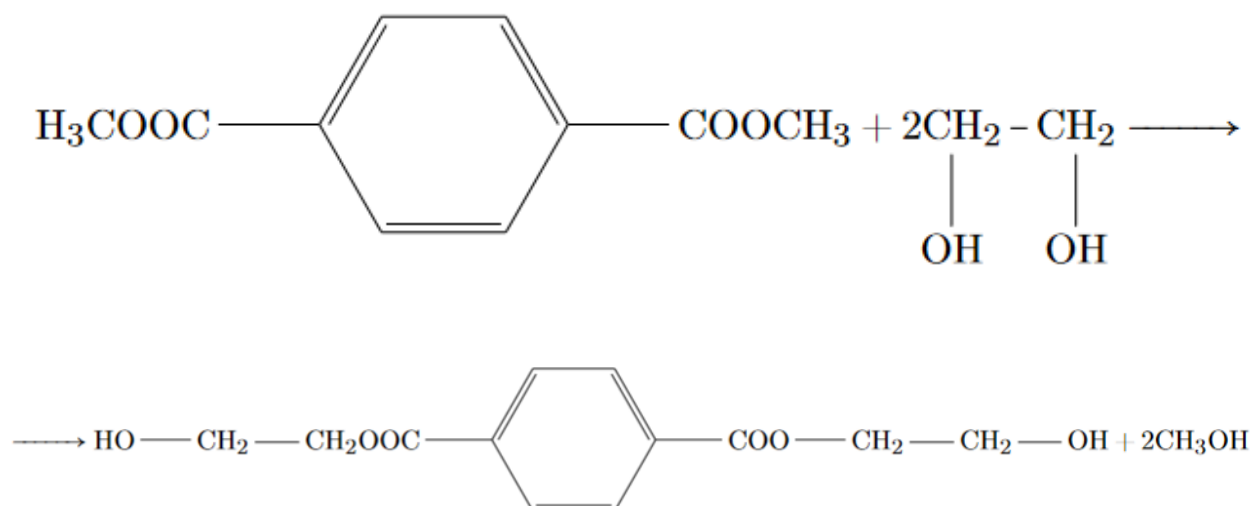
Полиамиды обладают хорошими механическими свойствами. Они весьма стойки к истиранию и отличаются высокой разрывной прочностью. Полимеры регулярного строения очень стойки к действию обычных растворителей.

Полиамиды применяются не только для создания конструкционных деталей, но и в качестве электроизоляционных покрытий. На основе полиамидов получают эмальлаки, которые дают прочные эластичные эмалевые покрытия на проводах. Широко используются полиамиды в качестве нейлоновых и капроновых волокон.

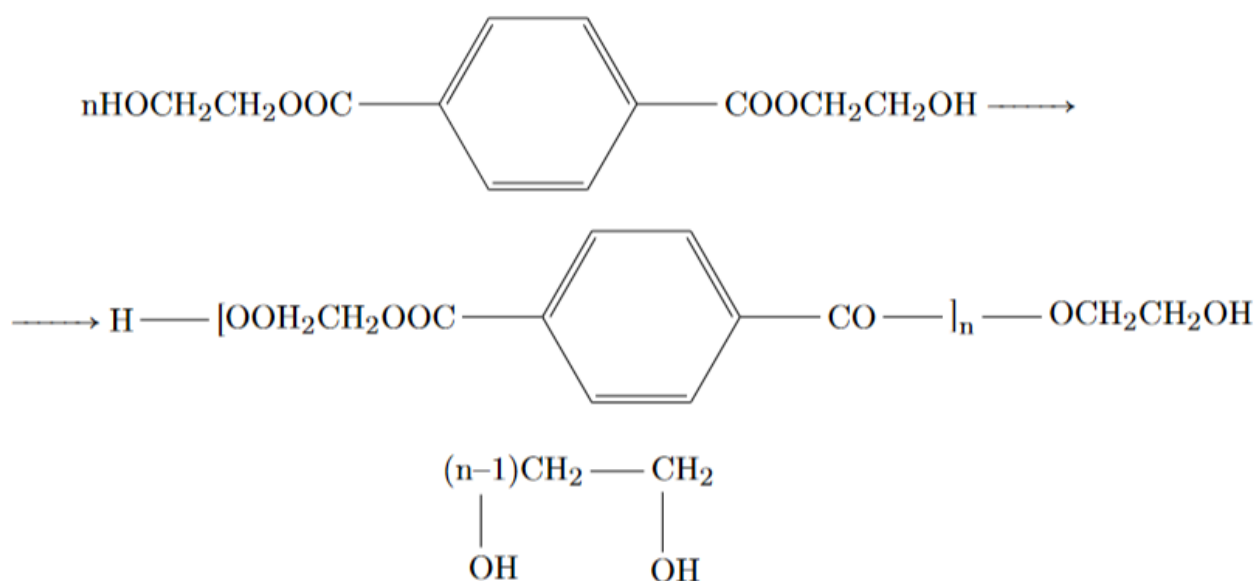
Лавсан – одно из наиболее распространенных синтетических волокон. Волокно лавсан получают из полиэтилентерефталата. Сырьем для синтеза полиэтилентерефталата служит диметиловый эфир терефталевой кислоты (диметилтерефталат)



Сначала терефталат нагревают до 280 °С с избытком этиленгликоля и получают диэтилтерефталат



Затем полученный промежуточный продукт полиэтилентерафталат подвергают поликонденсации в вакууме в присутствии катализаторов. Процесс поликонденсации можно представить следующей схемой:



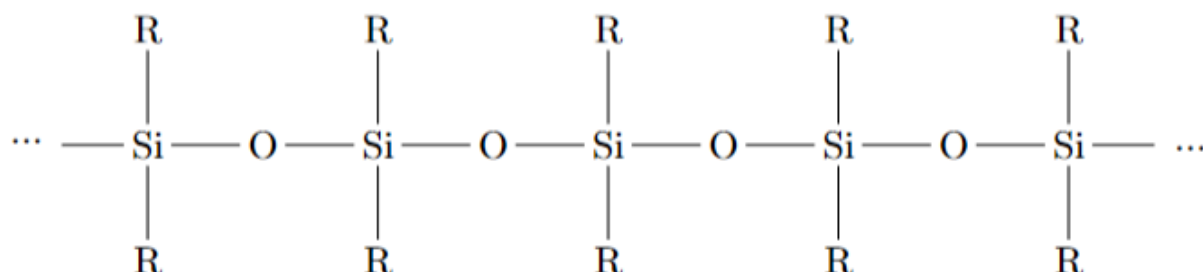
Основным продуктом является полиэтилентерафталат (полиэфирная смола). В качестве побочного продукта процесса поликонденсации выделяется этиленгликоль.

Для получения лавсановой нити расплав полиэтилентерефталата выдавливают через фильеры. После вытяжки макромолекулы получают ориентацию. Если нужно получить пленку, то выдавливают полиэфирную смолу через щелевидную матрицу.

Лавсан – очень прочный, упругий, тепло- и светостойкий материал. Он устойчив к атмосферным воздействиям, действию химических веществ и истиранию. Волокно лавсана, будучи похожим по внешнему виду и ряду качеств на шерсть, превосходит шерсть по носкости и значительно меньше мнется.

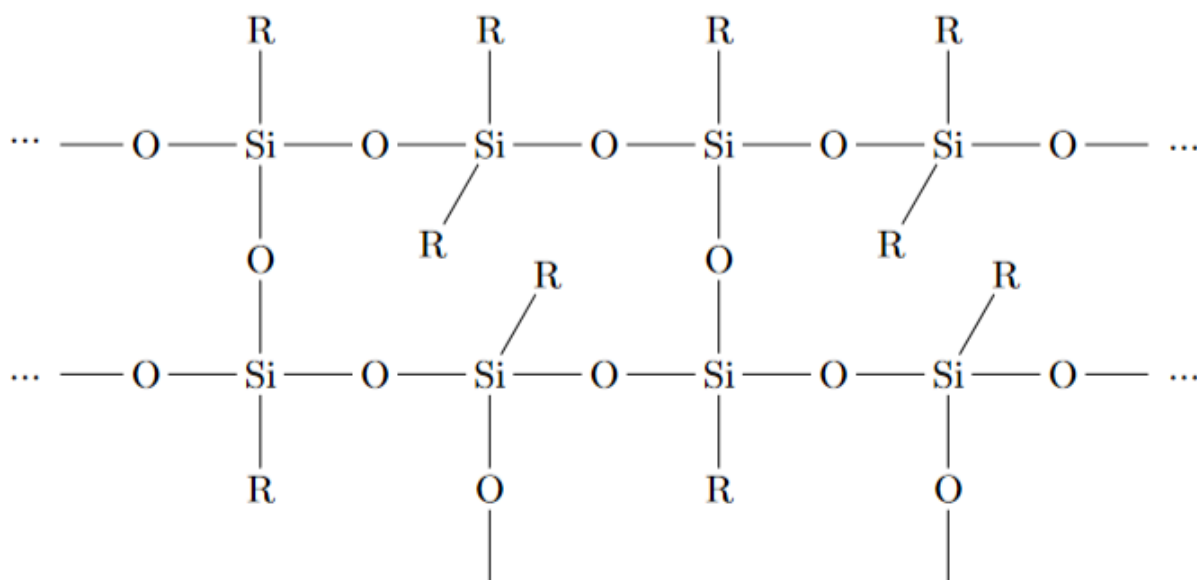
7.5. Кремнийорганические полимеры

Кремнийорганические полимеры представляют собой класс высокомолекулярных соединений, в которых в построении главной цепи полимера участвуют атомы кремния. Наибольшее значение имеют кремнийорганические полимеры, главная цепь которых построена из атомов кремния, чередующихся с атомами кислорода:



Буквой R обозначены органические радикалы: $-\text{CH}_3$, $-\text{C}_2\text{H}_5$, $-\text{C}_6\text{H}_5$ и др. Такие соединения называют полисилоксанами (или полиорганосилоксанами).

Структура полимерной кремнийорганической макромолекулы может быть линейной (как показано выше) или пространственной:



Полисилоксаны, в зависимости от характера и числа радикалов, связанных с атомами кремния, а также от соотношения в полимере углеродных атомов и атомов кремния, могут иметь различные химические свойства.

По физическому состоянию и свойствам кремнийорганические полимеры можно разделить на три группы:

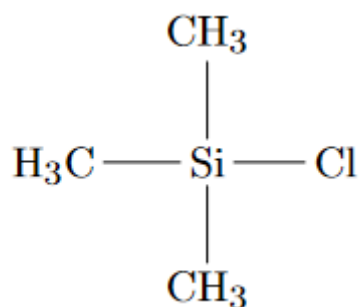
- 1) жидкие вещества;
- 2) эластомеры, превращающиеся в резиноподобные материалы;
- 3) смолообразные вещества, затвердевающие в нерастворимые продукты.

Полисилоксаны с высоким содержанием углерода представляют собой вязкие жидкости или высокоэластичные материалы. С уменьшением количества углерода повышается вязкость, снижается растворимость полимера, он становится хрупким и стекловидным.

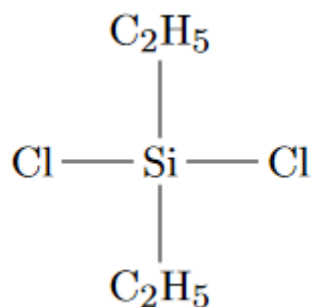
Исходными продуктами для получения кремнийорганических полимеров являются мономерные кремнийорганические соединения, в которых кремний соединен с органическими радикалами, а также с атомами хлора или с алкоксигруппами OR (чаще всего с этоксигруппой OC_2H_5), способными под действием воды замещаться на гидроксил.

Среди них:

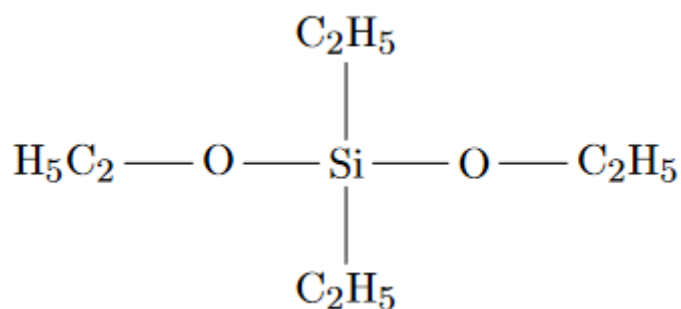
триметилхлорсилан,



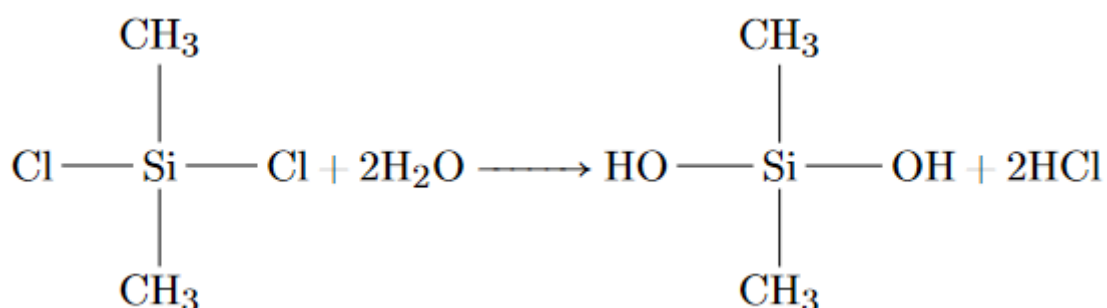
диэтилдихлорсилан,



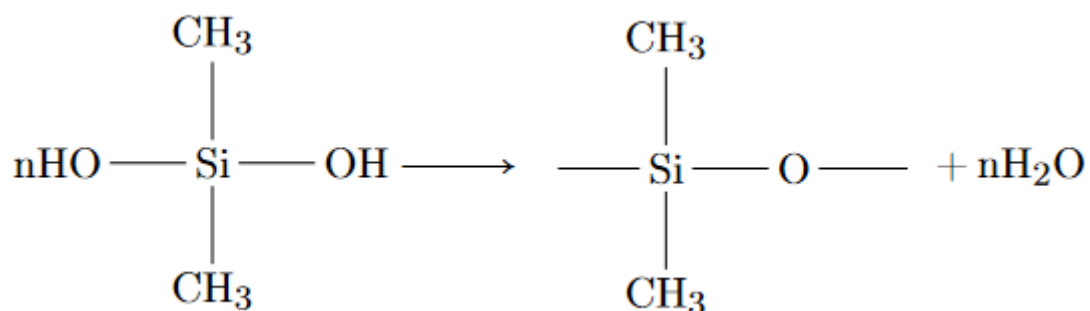
ДИЭТИЛДИЭТОКСИСИЛАН



Прежде чем проводить процесс поликонденсации, мономерные кремнийорганические соединения подвергают гидролизу



Процесс поликонденсации для полученного в результате гидролиза диэтилдигидроксосилана можно изобразить следующей схемой:



Основным преимуществом полисилоксанов перед чистоорганическими полимерами является их высокая теплостойкость, морозостойкость, а также стойкость к окислению, сочетающаяся с хорошими электроизоляционными свойствами, сохраняющимися в широком диапазоне температур. Физико-механические свойства полисилокса-

нов практически мало зависят от температуры. Эти полимеры обладают достаточной стойкостью к действию слабых кислот и щелочей, многих растворителей, топлива и минеральных масел. Кремнийорганические жидкости (масла) обладают еще и такими свойствами, как низкая температура замерзания и менее заметное, чем у нефтяных органических масел, уменьшение вязкости при понижении температуры.

Полисилоксаны применяются для получения различных масел и смазок, устойчивых к действию высоких и низких температур. Кремнийорганические полимерные пленки находят применение в качестве материалов, непроницаемых для воды, но проницаемых для воздуха и газов. Полисилоксаны используются в качестве термо- и морозостойкого каучука и пластмасс цементирующих и электроизоляционных составов. Эти полимеры являются незаменимыми в тех областях техники, где требуются материалы, устойчивые к воздействию агрессивных сред, растворителей, перегретого пара и т.д.

Кремнийорганические смолы (продукты поликонденсации трифункциональных соединений с дифункциональными) при нагревании способны переходить в нерастворимые, неплавкие продукты, поэтому кремнийорганические смолы применяются для получения лаков и эмалей.

7.6. Пластические массы

Пластмассами называют полимерные материалы, способные при определенных условиях формироваться и сохранять приданную им форму. Для получения пластмасс применяют как линейные, так и сетчатые (трехмерные) полимеры. Пластмассы состоят из чистых полимеров, например полиметилметакрилат (оргстекло), или представляют собой композиции, основой которых являются полимеры.

В состав композиционных пластмасс входят: связующее вещество, наполнитель и пластификатор.

Связующее вещество – высокомолекулярное соединение, обладающее способностью к пластической деформации под действием приложенного внешнего давления.

Наполнитель – материал, повышающий, как правило, механическую прочность изделия. Введение наполнителя уменьшает расход

полимера и тем самым удешевляет изделие. В качестве наполнителя применяют различные органические и неорганические материалы – порошкообразные, волокнистые или слоистые. К порошкообразным материалам относятся древесная мука, опилки, некоторые минеральные вещества (тальк) и др.; к волокнистым – асбест, стеклянное волокно; к слоистым – текстиль, стеклянная ткань, древесная стружка, бумага и др.

Влияние наполнителя на свойства полимера объясняется взаимодействием молекул полимера с поверхностью частиц наполнителя. Такое взаимодействие приводит к ориентации молекул полимера, повышению упорядоченности их расположения. Правда, существует некоторое оптимальное содержание наполнителя для данного свойства и данных условий эксплуатации материала. При дальнейшем повышении содержания наполнителя прочность резко снижается.

Пластификатор – вещество, повышающее эластичность, уменьшающее хрупкость материала и увеличивающее его текучесть при повышении температуры.

Из пластмасс прессованием получают различные изделия. В этом случае пластмасса в виде пресс-материала (порошка, гранул или таблеток) помещается в пресс-форму, подогревается и под давлением приобретает конфигурацию заданного изделия.

Среди большого разнообразия пластических масс широкое распространение получили стеклопластики, слоистые пластические материалы, пенопласты.

Например, слоистый материал гетинакс, полученный горячей прессовкой бумаги, пропитанной синтетическими смолами (феноло-формальдегидной), обладает прочностью, упругостью, гибкостью и электроизоляционными свойствами.

Текстолит, изготовленный из хлопчатобумажной ткани, тоже пропитанной феноло-формальдегидной смолой, по сравнению с гетинаксом обладает еще большей стойкостью к истиранию.

Вопросы для самоконтроля

1. Дать определение полимера.
2. Назвать и охарактеризовать методы синтеза полимеров.
3. Каковы основные особенности синтетических смол?
4. Охарактеризовать различия между новолачной и резольной смолами.
4. Написать схемы синтеза следующих полимеров: полиэтилена, полипропилена, полиизобутилена, полистирола, поливинилхлорида, дивинилового и изопренового каучуков, феноло-формальдегидной и карбомидо-формальдегидной смол.
5. Что такое вулканизация каучука?
6. Написать структурную формулу стереорегулярного полипропилена.
7. Выделить элементарное звено тетрафторэтилена $\cdots - \text{CF}_2 - \text{CF}_2 - \cdots$.
8. Элементарное звено полимера имеет следующий состав: $-\text{C}_3\text{H}_3\text{N}-$. Назвать данный полимер.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Работа 1

Растворители. Растворение веществ

Реактивы, материалы, приборы. Карбонат кальция, ортофосфат натрия, оксид марганца (IV), оксид хрома (III), бромид калия, цинк, медь, нитроцеллюлоза, полиэтилен, парафин, оргстекло, машинное масло, ацетон, уксусная кислота, соляная кислота, серная кислота, азотная кислота, вода, растворитель № 646, эфир.

Опыт 1. Выбор растворителя

1. Имея следующие химические вещества: CaCO_3 , Na_3PO_4 , Zn, Cu, MnO_2 , Cr_2O_3 , KBr, нитроцеллюлозу, полиэтилен, парафин, оргстекло (полиметилметакрилат), машинное масло - подобрать растворитель, способный растворить отдельное вещество или группу веществ.

Обосновать свой выбор. Результат представить преподавателю.

2. Получить у преподавателя растворяемые вещества и растворители. Провести процесс растворения. Отметить, что наблюдается. Почему? Если в процессе растворения протекают химические реакции, написать уравнения этих реакций.

Опыт 2. Изучение факторов, влияющих на процесс растворения

1. *Замена растворителя.* Исследовать растворимость CaCO_3 в воде, затем вместо воды взять соляную кислоту. Отметить и объяснить наблюдаемое.

2. *Влияние температуры.* Растворить ортофосфат натрия в воде при комнатной температуре, затем содержимое пробирки нагреть на горелке. Отметить и объяснить наблюдаемое.

3. *Влияние дисперсности растворяемого вещества.* В одну пробирку поместить кусочек карбоната кальция, а в другую - порошка карбоната кальция и в обе пробирки налить несколько капель соляной кислоты. Что наблюдается в обеих пробирках?

4. *Влияние степени диффузии.* Объяснить, почему используют чайную ложечку при растворении сахара в чашке чая.

Контрольные вопросы и задания к работе 1

1. Какие вещества являются растворителями?
2. В чем сущность процесса растворения?
3. Какие химические реакции протекают при растворении веществ?
4. Какие факторы влияют на степень растворимости веществ?
5. Привести пример неорганических и органических веществ.
6. Почему вода является хорошим растворителем неорганических и некоторых органических веществ?
7. Почему вода плохо растворяет жироподобные вещества? Какие растворители нужно применять для растворения жиров?
8. Почему при растворении одних веществ раствор охлаждается, а при растворении других – нагревается?

Темы рефератов

1. Неорганические растворители.
2. Органические растворители.
3. Галогеносодержащие растворители.
4. Комплексные растворители.
5. Сорты легких и тяжелых бензинов как растворителей.
6. Скипидар как растворитель.
7. Растворители для растворения полимерных материалов.
8. Растворы с пониженными температурами замерзания.

Работа 2

Склеивание деталей из различных материалов.

Реактивы, материалы. Текстиль, кожа, бумага, резина, оргстекло, металлы, фарфор, стекло, полимерные материалы. Клеи: силикатный, ПВА, БФ-6, подошвенный, резиновый, "Марс", универсальные и др. Наждачная бумага, напильник, фильтровальная бумага, тиски или другие приспособления для прижатия склеенных деталей. Растворители: бензин, ацетон или другие растворители.

Опыт. Склеивание деталей.

1. Получить у преподавателя детали для склеивания.
2. Подобрать соответствующий клей, способный склеить детали из данного материала.

Чтобы склейка была надежной, необходимо тщательно подготовить поверхность деталей для склеивания: удалить грязь, пыль, ржавчину, жир, смазку, краску, и т.д. Если нужно поверхность сделать ровной, подравнять напильником или другим инструментом.

Дерево, металлы, каменные материалы зачищают наждачной шкуркой; фарфор, стекло, резину промывают теплой водой, затем после просушки обезжиривают бензином или другим растворителем.

На подготовленные поверхности склеиваемых деталей нанести тонкий слой соответствующего клея, дать несколько минут подсохнуть. Нанести второй слой клея и склеиваемые детали поместить под груз.

В конце лабораторного занятия проверить прочность склеивания и склеенное изделие сдать преподавателю.

В лабораторном журнале указать, из какого материала склеивались детали и каким клеем. Описать процесс склеивания и отметить прочность склеивания.

Контрольные вопросы и задания к работе 2

1. Каков процесс формирования клеевого соединения?
2. Что такое адгезия и какова её роль при склеивании материалов?
3. Перечислите составные части клея.
4. В чем заключается характеристика клеевых композиций?
5. Зачем необходима тщательная подготовка поверхности материалов при склеивании?
6. В чем заключается технология склеивания некоторых видов пластмасс.
7. Какие бывают дефекты клеевых соединений?
8. Как осуществляется контроль качества клеевых соединений?

Темы рефератов

1. Синтетические клеи.
2. Эпоксидные клеи.
3. Феноло-формальдегидные смолы и клеи на их основе.
4. Неорганические клеи.
5. Полимерные клеи.
6. Термостойкие клеи.
7. Клеи для металлов.
8. Клеи для крепления резины.

Работа 3

Получение мыла

Реактивы, материалы, приборы. Говяжий или свиной жир, растительный жир (масло), гидроксид натрия – 6 н., гидроксид калия – 6 н., хлорид натрия - насыщенный раствор, круглодонная колба, водяная баня, стеклянная палочка.

Опыт 1. Получение твердого мыла

Расплавить 30 г говяжьего или свиного жира в круглодонной колбе при нагревании на водяной бане. Добавить к нагретому жиру при перемешивании 30 мл 6 н. раствора гидроксида натрия (реакцию проводить в вытяжном шкафу, надеть очки и резиновые перчатки).

Полученную смесь нагревать 30 мин при перемешивании. Затем прилить 30 мл насыщенного раствора хлорида натрия, нагревание проводить до полного отделения мыла. Дать массе остыть. Слой твердого мыла собрать, завернуть в полотно и отжать. Затем промыть мыло холодной водой. Написать уравнения реакций.

Опыт 2. Получение жидкого мыла

Расплавить 30 г растительного жира (масла) в колбе при нагревании на водяной бане. Добавить к нагретому раствору 30 мл 6 н. раствора гидроксида калия. После омыления дать массе остыть при перемешивании. Написать уравнение реакции.

Опыт 3. Испытание мыла

Мыла, полученные в опыте 1 и 2, испытать на моющую способность. Сделать соответствующие выводы.

Контрольные вопросы и задания к работе 3

1. Чем отличается жидкое мыло от твердого ?
2. От чего зависят свойства мыла ?
3. Какие процессы протекают при растворении мыла в воде ?
4. Какие вещества применяют для стабилизации пены ?
5. Перечислить факторы, от которых зависит эффективность моющих средств.
6. Чем определяется качество хозяйственного мыла ?
7. Почему мыло плохо моет в жесткой воде ?
8. Как получают ядровое мыло ?
9. Каков состав туалетного мыла ?

Темы рефератов

1. Химические соединения, используемые для получения мыла.
2. Ядровые мыла.
3. Жесткость воды и способы её умягчения.
4. Мыла специального назначения.
5. Синтетические моющие средства.
6. Поверхностно-активные вещества и их применение в моющих средствах.
7. Ионогенные моющие средства.
8. Неионогенные моющие средства.

Работа 4

Распознавание полимерных материалов

Реактивы, материалы, приборы. Полиэтилен, полипропилен, оргстекло, полистирол, поливинилхлорид, аминопласт, пенополистирол и другие полимерные материалы. Кислоты: соляная, азотная, серная. Щелочь: гидроксид калия или натрия, ацетон. Эфир, бензин, толуол, четыреххлористый углерод, растворитель № 646 и др. Спиртовка, медная проволока, спектрометр ИКС.

Опыт 1. Распознавание полимеров

Получить образцы полимеров, обозначенные соответствующими номерами. Определить, какой полимер находится под данным номером.

Для распознавания полимеров использовать:

1. Внешние признаки.
2. Отношение к горению.
3. Отношение к концентрированным и разбавленным кислотам и щелочам.
4. Отношение к растворителям.
5. Специфические химические реакции.

Написать химические формулы каждого полимера и указать по каким характерным признакам определен каждый полимер.

Опыт 2. Использование ИК-спектроскопии для характеристики полимера

1. Снять спектр полимерного материала на ИК-спектрометре.
2. По атласу ИК-спектров полимеров определить, какой полимер взять для исследования.
3. Используя таблицу частот колебаний, выявить в спектре частоты, соответствующие конкретным функциональным группам и фрагментам молекулы.
4. Написать структурную формулу полимера.

Контрольные вопросы к работе 4

1. Что такое полимер? Равноценны ли определения «высокомолекулярное соединение» и «полимер»?
2. Чем отличаются процессы синтеза полимеров, называемые «полимеризация» и «поликонденсация»?
3. Привести примеры стереорегулярных полимеров.
4. Из какого высокомолекулярного соединения изготавливают искусственную кожу?
5. Чем отличается резина от каучука?
6. Как относятся полимерные материалы к действию неорганических кислот и щелочей?
7. В чем сущность процесса набухания полимеров?
8. По каким характерным признакам идентифицируют полимеры?
9. Какие процессы протекают при деструкции полимеров? Написать уравнения соответствующих реакций.
10. На каком принципе основаны идентификации полимеров по ИК-спектрам.

Темы рефератов

1. Полимерные пленки.
2. Пластики.
3. Синтетические смолы.
4. Стеклообразные полимеры.
5. Синтетические кожезаменители.
6. Искусственное волокно.
7. Каучуки.
8. Фторопласты.
9. Пенопласты.
10. Термостойкие полимеры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебном пособии были рассмотрены только некоторые основные разделы прикладной химии. Издание поможет студенту или любому другому читателю разобраться в обширном мире химических препаратов и материалов, убедиться, что химические вещества могут быть добрым помощником только в том случае, когда соблюдаются все инструкции и правила их применения.

Нет сомнения, что минимум знаний по прикладным разделам химии необходим каждому человеку. Изложенный материал закладывает основы таких знаний. Рассмотренные в пособии вопросы найдут свое применение при изучении ряда дальнейших учебных дисциплин, так как химические препараты и материалы используются во многих лабораторных циклах.

Факт увеличения разнообразия химических препаратов и материалов, которые предлагают отечественная и зарубежная промышленность, не должен привести обучающегося к растерянности, изучив материал пособия, он сознательно разберется в их обширном ассортименте и качестве.

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Левицкий, М. М. Увлекательная химия. Просто о сложном, забавно о серьезном / М. М. Левицкий. – М. : АСТ : Астрель, 2008. – 446 с.
2. Малькова, Н. В. Химия внутри нас : учеб.-метод. сб. / Н. В. Малькова. – Йошкар-Ола : Пед. инициатива, 2006. – 76 с.
3. Паршикова, В. Н. Товароведение и экспертиза бытовых химических товаров : учебное пособие для студентов вузов / В. Н. Паршикова. – М. : Academia, 2005. – 224 с.
4. Современная бытовая химия : монография / сост. С. А. Хворостухина, Е. В. Доброва. – М. : СТОЛИЦА-ПРИНТ, 2004. – 464 с.
5. Стрельникова, Л. Н. Из чего все сделано? : рассказы о веществе / Л. Н. Стрельникова ; под ред. Г. Эрлиха. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва : МЕДИА ИМПУЛЬС, 2015. – 238 с.
6. Раскатова, Е. А. Химия в быту : практикум / Е. А. Раскатова, Т. А. Шатунова. — 2-е изд. — М. : Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 90 с.
7. Все о бытовой химии: цена или качество, опасные добавки, обойдемся без химии / [сост. М. В. Григорова]. – Н. Новгород : Слог, 2012. – 94 с.
8. Москвичев, Ю. А. Химия в нашей жизни (продукты органического синтеза и их применение) : монография / Ю. А. Москвичев, В. Ш. Фельдблюм. – Ярославль : Ярославский гос. технический ун-т, 2007. – 410 с.
9. Топалова, О. В. Химия окружающей среды : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / О. В. Топалова, Л. А. Пимнева. – СПб. : Лань, 2013. – 159 с.
10. Ланге, К.Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение / под науч. ред. Л. П. Зайченко. — СПб. : Профессия. 2004. — 240 с
11. Меркулов, Д. А. Комплексоны и ПАВ в средствах бытовой химии : учеб. пособие / Д. А. Меркулов ; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «Удмуртский гос. ун-т». – Ижевск : Изд. дом «Удмуртский ун-т», 2013. – 110 с.
12. Павлов, Г. П. Химия и технология полупродуктов и красителей : практикум [для студентов ст. курсов хим. специальностей] / Г. П. Павлов, М. П. Осипова ; М-во образования и науки Рос. Федерации,

ФГБОУ ВПО «Чуваш. гос. ун-т им. И. Н. Ульянова» ; [отв. ред. М. П. Осипова]. – Чебоксары : Изд-во Чуваш. гос. ун-та, 2013. – 47 с.

13. Михеев, В. В. Химия красителей и крашения : учебное пособие / В. В. Михеев, М. М. Миронов, В. Х. Абдуллина. — Казань : КНИТУ, 2009. — 89 с.

14. Желтов, А. Я. Химия и технология органических красителей. Цветность соединений : учеб. для вузов / А. Я. Желтов, В. П. Перевалов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Юрайт, 2025. — 347 с.

15. Баланова, Т. Е. Чистка одежды (удаление пятен с текстильных изделий) : монография / Т. Е. Баланова, В. В. Сафонов. — М : Изд-во Моск. гос. ун-т дизайна и технологии, 2013. — 138 с.

16. Вильнав, Ж. Ж. Клеевые соединения / пер. с фр. Л.В. Синегубовой с предисл. и под ред. Г.В. Малышевой. — М. : Техносфера, 2007. — 384 с.

17. Зайцев, В. А. Промышленная экология : учеб. пособие / В. А. Зайцев. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. — 389 с.

Учебное электронное издание

КУЗУРМАН Валентина Алексеевна

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИКЛАДНЫХ РАЗДЕЛОВ ХИМИИ

Учебное пособие

Издается в авторской редакции

Системные требования: Intel от 1,3 ГГц; Windows XP/7/8/10; Adobe Reader; дисковод CD-ROM.

Тираж 10 экз.

Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.