



Материаловедение



Нижнетагильский учебный центр –
образовательное структурное подразделение
Свердловской железной дороги –
филиала ОАО «РЖД»

Преподаватель Ястребов В.И.







«Материаловедение»

Для учащихся по специальности
«Ремонтник искусственных сооружений»,
«Осмотрщик – ремонтник вагонов»





ТДЧ
ИНВЕСТИЦИОННЫЙ
УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР

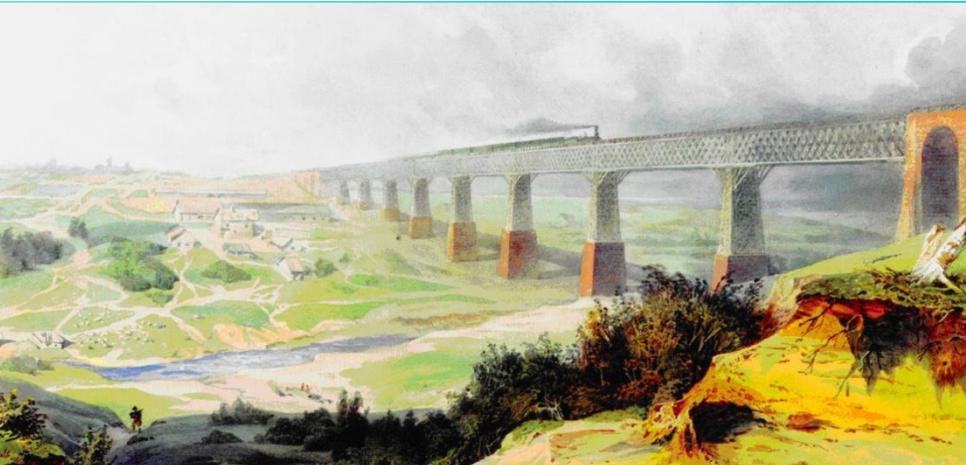
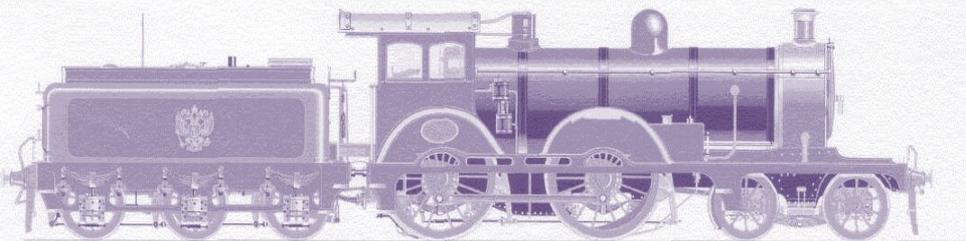
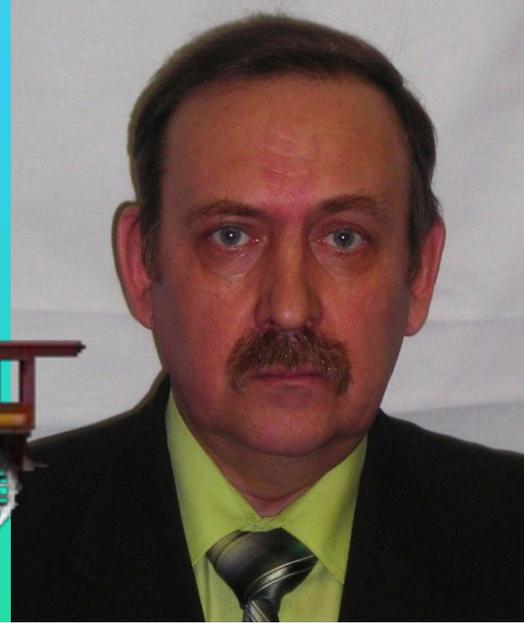
Р/Д

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ:

Ястребов

Владимир Иванович

Нижнетагильский
учебный центр



МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

	Содержание
1.	Виды древесных пород и части дерева
2.	Микроскопическое и макроскопическое строение древесины
3.	Химический состав древесины
4.	Виды пороков: сучки, трещины
5.	Пороки формы ствола
6.	Пороки строения древесины
7.	Внешние и внутренние пороки строения древесины
8.	Грибные поражения
9.	Химические окраски
10.	Инородные включения, механические повреждения и пороки механической обработки
11.	Определитель древесных пород
12.	Основные хвойные породы
13.	Основные лиственные породы

14.	Проницаемость древесины жидкостями и газами
15.	Экзотические породы
16.	Цвет, блеск и текстура древесины
17.	Влажность древесины и свойства, связанные с ее изменением
18.	Плотность древесины
19.	Тепловые, электрические и акустические свойства древесины
20.	Прочность древесины при: статическом изгибе, сдвиге
21.	Прочность древесины
22.	Реологические свойства древесины
23.	Технологические свойства древесины
24.	Кристаллизация и структура металлов и сплавов
25.	Фазовые превращения
26.	Бездиффузионные превращения
27.	Твердые растворы

28.	Железо и его сплавы
29.	Сплавы, диаграмма состояния двухкомпонентного сплава
30.	Деформация и разрушение
31.	Механические свойства металлов
32.	Химико-термическая обработка
33.	Диаграмма состояния «железо—цементит»
34.	Стали. Классификация
35.	Чугуны: белые, серые, высокопрочные, ковкие
36.	Влияние легирующих компонентов на превращения, структуру, свойства сталей. Автоматные стали
37.	Теория термической обработки
38.	Диаграмма изотермического превращения аустенита
39.	Закалка с полиморфным превращением (на мартенсит). Отпуск и старение. Термомеханическая обработка
40.	Методы упрочнения металла

41.	Поверхностная закалка
42.	Химико-термическая обработка: цементация, нитроцементация
43.	Химико-термическая обработка: азотирование, ионное азотитрование
44.	Ионное азотирование. Упрочнение методом пластической деформации
45.	Углеродистые конструкционные стали
46.	Легированные конструкционные стали. Пружинные стали
47.	Строение реальных металлов. Дефекты кристаллического строения
48.	Линейные дефекты
49.	Винтовая дислокация
50.	Влияние плотности дислокации
51.	Медные сплавы
52.	Титановые сплавы
53.	Цинковые сплавы
54.	Неметаллические материалы и полиамиды
55.	Полимеры

56.	Органические полимеры
57.	Разновидности полимеров
58.	Пластмассы
59.	Фторопласты
60.	Эластомеры
61.	Резины
62.	Резины общего назначения
63.	Резины специального назначения
64.	Декоративные слоистые пластики
65.	Неорганическое стекло
66.	Специфические свойства стекла
67.	Теплозвукоизоляционные стекловолокнистые керамические материалы
68.	Композиционные материалы
69.	Классификация теплоизоляционных материалов
70.	Минеральные и органические теплоизоляционные материалы
71.	Электроизоляционные материалы

72.	Смазочные материалы
73.	Консервационные, уплотнительные материалы и смазочно-охлаждающие жидкости
74.	Клеящие материалы
75.	Классификация клеев
76.	Состав и разновидности клеев
77.	Резиновые клеи и свойства клеевых соединений
78.	Гидроизоляционные и кровельные материалы на основе битумов и полимеров. Отделочные материалы
79.	Серые, красные пигменты. Олифы и эмульсии. Полимерные трубы
80.	Общие сведения о строительных материалах и их основные свойства
81.	Лаки и политуры
82.	Лакокрасочные материалы

83.	Шпатлевки и другие отделочные материалы
84.	Коагуляционные (органические) вяжущие материалы
85.	Силикатные материалы и изделия
86.	Растворители
87.	Назначение отделочных материалов
88.	Полиуретановые материалы
89.	Сущность электроэрозионной обработки
90.	Свёрхпластичность
91.	Виды бетонов
92.	Бетоны и строительные растворы

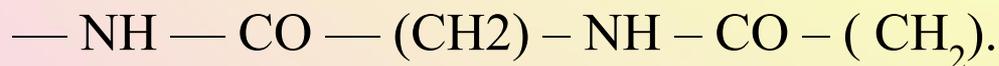
54. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И ПОЛИАМИДЫ

Понятие «неметаллические материалы» включает множество материалов: пластические массы, композиционные материалы, резиновые материалы, клеи, лакокрасочные покрытия, древесину, а также силикатные стекла, керамику и др. Неметаллические материалы являются не только заменителями металлов, но и применяются как самостоятельные, иногда даже незаменимые. Отдельные материалы обладают высокой механической прочностью, лёгкостью, термической и химической стойкостью, высокими электроизоляционными характеристиками, оптической прозрачностью и др. Особо следует отметить технологичность неметаллических материалов. Применение неметаллических материалов обеспечивает значительную экономическую эффективность.

Основой неметаллических материалов являются полимеры, главным образом синтетические. Создателем структурной теории химического строения органических соединений является великий русский химик *А.М. Бутлеров*. Промышленное производство первых синтетических пластмасс (фенопластов) явилось результатом глубоких исследований, проведенных *Г. С. Петровым (1907- 1914 гг.)*. *Н.Н. Семеновым* разработана теория цепных реакций *(1930-1940 гг.)* и распространена на механизм цепной полимеризации.

Важный вклад внесен *К.А. Андриановым* в развитие химии кремнийорганических полимеров, широко применяемых в качестве термостойких материалов.

Полиамиды — это группа пластмасс с известными названиями: капрон, нейлон, анид и др. В составе макромолекул полимера присутствует амидная группа — NH— CO —, а также метиленовые группы — CH₂ —, повторяющиеся от 2 до 10 раз. Общая формула полиамидов имеет вид:



Полиамиды — кристаллизующиеся полимеры. Отдельные цепочки макромолекул располагаются т.о., что между группами СО и NH, принадлежащими различным цепочкам, возникает водородная связь, повышающая температуру плавления до 210-264°С и способствующая образованию регулярной структуры. При одноосной ориентации получают полиамидные волокна, нити, пленки. Свойства разных видов полиамидов довольно близки. У них низкая плотность; предел прочности при разрыве 5-11 кгс/мм², относительное удлинение от 10-100 до 200-350%, прочность волокон — 60 кгс/мм². Полиамиды имеют низкий коэффициент трения ($f < 0,05$), продолжительное время могут работать на истирание. Кроме того, полиамиды ударопрочны и способны поглощать вибрацию. Они стойки к щелочам, бензину, спирту; устойчивы в тропических условиях. К недостаткам полиамидов относятся некоторая гигроскопичность и подверженность старению вследствие окисления ости (особенно при переработке смол).

Водопоглощение зависит от содержания амидных групп и структуры и составляет от 1,75% (полиамид П-12) до 11-12% (капрон, П-54).

Устойчивость полиамидов к свету повышается введением стабилизатора, а антифрикционные свойства — введением наполнителя — графита и др.

Из полиамидов изготавливают шестерни, втулки, подшипники, болты, гайки, шкивы, детали ткацких станков, маслобензопроводы, уплотнители гидросистем, колеса центробежных насосов, турбин, турбобуров, буксирные канаты и т.д.

Полиамиды используют в электротехнической промышленности, медицине и, кроме того, как антифрикционные покрытия металлов. Полиуретаны содержат уретановую группу — NH — COO Кислород в молекулярной цепи сообщает полимерам гибкость, эластичность; им присущи высокая атмосферостойкость и морозостойкость (-60-70°C). Верхний температурный предел составляет 120-170°C (при высокой влажности — до 100-110°C). Свойства полиуретана в основном близки к свойствам полиамидов. Из полиуретана вырабатывают пленочные материалы и волокна, которые малогигроскопичны и химически стойки.

55. ПОЛИМЕРЫ

Полимерами называют вещества, макромолекулы которых состоят из многочисленных элементарных звеньев (мономеров) одинаковой структуры. Их молекулярная масса составляет от 5000 до 1 000 000. При таких больших размерах макромолекул свойства веществ определяются не только химическими составами этих молекул, но и их взаимным расположением и строением.

Макромолекулы полимера представляют собой цепочки, состоящие из отдельных звеньев. Поперечное сечение цепи составляет несколько ангстрем, а длина — несколько тысяч ангстрем, поэтому макромолекулам полимера свойственна гибкость (которая ограничена размером сегментов — жестких участков, состоящих из нескольких звеньев). Гибкость макромолекул является одной из отличительных особенностей полимеров.

Атомы, входящие в основную цепь, связаны прочной химической (ковалентной) связью. Энергия химических связей (в ккал/моль) составляет вдоль цепи 80 для C — C, 79 для C — O, 66 — для C — N. Силы межмолекулярного взаимодействия, имеющие обычно физическую природу, значительно (в 10-50 раз) меньше. Например, прочность межмолекулярных связей электростатического характера не превышает 9 ккал/моль. Однако в реальных полимерах такие суммарные силы имеют значение вследствие большой протяженности цепевидных макромолекул. Наиболее сильные межмолекулярные взаимодействия осуществляются посредством водородных связей (только в 4-10 раз слабее ковалентных). Молекулы полимеров характеризуются прочными связями в самих макромолекулах и относительно слабыми между ними. В некоторых полимерах между звеньями, входящими в состав соседних макромолекул, действуют силы химической связи. Такие вещества характеризуются высокими свойствами во всех направлениях.

Макромолекулы полимеров, имея одинаковый химический состав, обычно отличаются по размерам.

Это явление, вызывающее рассеяние физико-механических характеристик материала, называется **полидисперсностью**.

Когда основная цепь построена из одинаковых атомов, полимер называют **гомоцепным**, из разных — гетероцепным. Большое значение имеет стереорегулярность полимера, когда все звеньями заместители расположены в пространстве в определенном порядке. Это придает материалу повышенные физико-механические свойства (по сравнению с нерегулярными полимерами).

Полимеры встречаются в природе — это натуральный каучук, целлюлоза, слюда, асбест, природный графит. Однако ведущей группой являются синтетические полимеры, получаемые в процессе химического синтеза из низкомолекулярных соединений. Возможности создания новых полимеров и изменения свойств уже существующих очень велики.

Классификация полимеров.

Для удобства изучения связи состава, структуры со свойствами полимеров их можно классифицировать по различным признакам (составу, форме макромолекул, фазовому состоянию, полярности, отношению к нагреву). По составу все полимеры подразделяют на органические, элементоорганические, неорганические.

Органические полимеры составляют наиболее обширную группу соединений. Если основная молекулярная цепь таких соединений образована только углеродными атомами, то они называются карбоцепными полимерами. Углеродные атомы соединены с атомами водорода или органическими радикалами.

В гетероцепных полимерах атомы других элементов, присутствующие в основной цепи, кроме углерода, существенно изменяют свойства полимера. Так, в макромолекулах атомы кислорода способствуют повышению гибкости цепи, что приводит к увеличению эластичности полимеров (например, для волокон, пленок), атомы фосфора и хлора повышают огнестойкость, атомы серы придают газонепроницаемость (для герметиков, резин), атомы фтора, даже в виде радикалов, сообщают полимеру высокую химическую стойкость и т.д.

56. ОРГАНИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРЫ

Органическими полимерами являются смолы и каучуки. Элементоорганические соединения содержат в составе основной цепи неорганические атомы кремния, титана, алюминия и других элементов, которые сочетаются с органическими радикалами (метальный, фенильный, этильный). Органические радикалы придают материалу прочность и эластичность, а неорганические атомы сообщают повышенную теплостойкость. В природе таких соединений не встречается. Представителями этой группы являются кремнийорганические соединения, разработанные советским ученым *К. А. Андриановым*.

Между атомами кремния и кислорода существует прочная химическая связь; энергия силоксановой связи Si — O равна 89,3 ккал/моль. Отсюда и более высокая теплостойкость кремнийорганических смол, каучуков, хотя их упругость и эластичность меньше, чем у органических, полимеры, содержащие в основной цепи титан и кислород, называются **полититаноксанами**.

К **неорганическим** полимерам относятся силикатные стекла, керамика, слюда, асбест. В составе этих соединений углеродного скелета нет. Основу неорганических материалов составляют окислы кремния, алюминия, магния, кальция и др.

В конкретных технических материалах используются как отдельные виды полимеров, так и сочетание различных групп полимеров; такие материалы называют **композиционными** (например, стеклопластики). Своеобразие свойств полимеров обусловлено структурой их макромолекул. По форме макромолекул полимеры делятся на **линейные** (цеповидные), **разветвленные**, плоские, ленточные (лестничные), пространственные, или сетчатые.

Линейные макромолекулы полимера представляют собой длинные зигзагообразные или закрученные в спираль цепочки.

Линейные полимеры являются наиболее подходящими для получения волокон и пленок (например, полиэтилен, полиамиды и др.).

Разветвленные макромолекулы полимера, также являясь линейными, отличаются наличием боковых ответвлений. Эти ответвления препятствуют сближению макромолекул, их плотной упаковке. Подобная форма макромолекул предопределяет пониженное межмолекулярное взаимодействие и, следовательно, меньшую прочность и повышенную плавкость и растворимость (полиизобутилен).

К **разветвленным** относятся и привитые полимеры, в которых состав основной цепи и редко расположенных боковых ответвлений неодинаков.

Пространственные, или сетчатые, полимеры образуются при соединении («сшивке») макромолекул между собой в поперечном направлении прочными химическими связями непосредственно через химические элементы или радикалы. В результате такого соединения макромолекул образуется сетчатая структура с различной густотой сетки. Редкосетчатые (сетчатые) полимеры теряют способность растворяться и плавиться, они обладают упругостью (например, мягкие резины).

Густосетчатые (пространственные) полимеры отличаются твердостью, повышенной теплостойкостью, нерастворимостью. Иногда образование пространственной структуры сопровождается даже возникновением хрупкости (смола в стадии резит). Пространственные полимеры лежат в основе конструкционных неметаллических материалов. К сетчатым полимерам относятся также пластинчатые полимеры, которые имеют плоскостное двухмерное строение. Примером такого полимера является графит.

По фазовому состоянию полимеры подразделяют на **аморфные и кристаллические**.

Аморфные полимеры однофазны и построены из цепных молекул, собранных в пачки. Пачка состоит из многих рядов макромолекул, расположенных последовательно друг за другом. Пачки способны перемещаться относительно соседних элементов, т.к. они являются структурными элементами. Аморфные полимеры могут быть также построены из свернутых в клубки цепей (т.н. глобул).

57. РАЗНОВИДНОСТИ ПОЛИМЕРОВ

Кристаллические полимеры образуются, если их макромолекулы достаточно гибкие и имеют регулярную структуру. При соответствующих условиях возможны фазовый переход внутри пачки и образование пространственных решеток кристаллов. Кристаллические структуры являются дискретными, организованными, термодинамически стабильными. Кристаллизующимися полимерами являются полиэтилен, полипропилен, полиамиды и др. Кристаллизация осуществляется в определенном интервале температур. В обычных условиях полной кристаллизации не происходит. В связи с этим в реальных полимерах структура обычно Двухфазная: наряду с кристаллической фазой имеется и аморфная. Кристалличность придает полимеру повышенную теплостойкость, большую жесткость и прочность. Через надмолекулярную структуру передаются механические и физические свойства полимеров. При переработке, в условиях длительного хранения и эксплуатации надмолекулярные структуры могут самопроизвольно или вынужденно претерпевать изменения. По полярности полимеры подразделяют на **полярные и неполярные.**

У неполярной молекулы электронное облако, скрепляющее атомы, распределено между ними в одинаковой мере; у таких молекул центры тяжести разноименных зарядов совпадают. У полярной молекулы общее электронное облако сдвинуто в сторону более электроотрицательного атома; центры тяжести разноименных зарядов не совпадают. Полярность вещества оценивается дипольным моментом μ , равным произведению элементарного заряда (заряд электрона) e на расстояние между центрами тяжести всех положительных и всех отрицательных зарядов. Первым условием полярности полимеров является присутствие в них полярных связей (группировок — C1, F,— OH), вторым — несимметрия в их структуре. неполярные полимеры имеют симметричное расположение функциональных групп, и поэтому дипольные моменты связей атомов взаимно компенсируются, например:

1) неполярные:

полиэтилен $[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]$ — молекула симметрична;

полипропилен $[-\text{CH}_2-\text{CHCH}_2-]$ — дипольные моменты $\text{C}-\text{H}$ и $\text{C}-\text{CH}_3$ равны;

фторопласт-4 $[-\text{CF}_2-\text{CF}_2-]$ — дипольный момент связи $\text{C}-\text{F}$ значителен, сумма моментов равна нулю, т.к. они компенсируют друг друга;

2) полярные:

поливинилхлорид $[-\text{CH}_2-\text{CHCl}-]$ молекула несимметрична, дипольные моменты $\text{C}-\text{H}$ (0,2 Д) и $\text{C}-\text{Cl}$ (2,05 Д) взаимно не компенсируются.

Полярность сильно влияет на свойства полимеров. Так; неполярные полимеры (в основном на основе углеводородов) являются высококачественными высокочастотными диэлектриками. Их физико-механические свойства при низких температурах ухудшаются незначительно, такие материалы обладают хорошей морозостойкостью. Например, полиэтилен не охрупчивается при температуре -70°C . Полярность, увеличивая силы межмолекулярного притяжения, придает полимеру жесткость, теплостойкость. Однако диэлектрики на основе полярных полимеров могут работать без потерь только в ограниченной области частот (являются низкочастотными). Кроме того, полярные полимеры характеризуются низкой морозостойкостью (например, полихлорвинил до температуры $-10-20^\circ\text{C}$).

Все полимеры по отношению к нагреву подразделяют на **термопластичные** и **терморезактивные**. **Термопластичные** полимеры при нагревании размягчаются, даже плавятся, при охлаждении затвердевают. Этот процесс обратим, т.е. никаких дальнейших химических превращений материал не претерпевает. Структура макромолекул таких полимеров линейная или разветвленная. Представителями термопластов являются полиэтилен, полистирол, полиамиды и др. **Терморезактивные** полимеры на первой стадии образования имеют линейную структуру и при нагревании размягчаются, затем вследствие протекания химических реакций затвердевают.

58. ПЛАСТМАССЫ

Пластмассами (пластиками) называют искусственные материалы, получаемые на основе органических полимерных связующих веществ. Эти материалы способны при нагревании размягчаться, становиться пластичными, и тогда под давлением им можно придать заданную форму, которая затем сохраняется. В зависимости от природы связующего вещества переход отформованной массы в твердое состояние совершается или при дальнейшем её нагревании, или при последующем охлаждении.

Обязательным компонентом пластмассы является связующее вещество. В качестве связующих для большинства пластмасс используются синтетические смолы, реже применяются эфиры целлюлозы. Многие пластмассы, главным образом термопластичные, состоят из одного связующего вещества, например полиэтилен, органические стекла и др.

Другим важным компонентом пластмасс является наполнитель (порошкообразные, волокнистые и другие вещества как органического, так и неорганического происхождения). После пропитки наполнителя связующим получают полуфабрикат, который спрессовывается в монолитную массу. Наполнители повышают механическую прочность, снижают усадку при прессовании и придают материалу те или иные специфические свойства (фрикционные, антифрикционные и т.д.). Для повышения пластичности в полуфабрикат добавляют пластификаторы (органические вещества с высокой температурой кипения и низкой температурой замерзания, например олеиновую кислоту, стеарин, дибутилфталат и др.).

Свойства пластмасс зависят от состава отдельных компонентов, их сочетания и количественного соотношения, что позволяет изменять характеристики пластиков в достаточно широких пределах.

По характеру связующего вещества пластмассы подразделяют на термопластичные (термопласты), получаемые на основе термопластичных полимеров, и терморезактивные (реактопласты) — на основе терморезактивных смол. Термопласты удобны для переработки в изделия, дают незначительную усадку при формовании (1-3%). Материал отличается большой упругостью, малой хрупкостью и способностью к ориентации. Терморезактивные полимеры после отверждения и перехода связующего в термостабильное состояние (пространственная структура) хрупки, часто дают большую усадку (до 10-15%) при их переработке, поэтому в их состав вводят усиливающие наполнители.

В основе термопластичных пластмасс лежат полимеры линейной или разветвленной структуры, иногда в состав полимеров вводят пластификаторы. Термопластичные пластмассы применяют в качестве прозрачных органических стекол, высоко- и низкочастотных диэлектриков, химически стойких материалов. Из этих пластмасс изготавливают тонкие пленки и волокна. Детали, выполненные из таких материалов, имеют ограниченную рабочую температуру. Обычно при нагреве выше 60-70°C начинается резкое снижение их физико-механических характеристик, хотя более термостойкие пластмассы могут работать при температуре 150-250°C, Термостойкие полимеры с жесткими цепями и циклические структуры устойчивы до 400-600°C.

К неполярным термопластичным пластмассам относятся полиэтилен, полипропилен, полистирол и фторопласт-4. Полиэтилен ($\text{— CH}_2 \text{— CH}_2 \text{—}$) — продукт полимеризации бесцветного газа этилена, относящийся к кристаллизующимся полимерам. По плотности полиэтилен подразделяют на полиэтилен низкой плотности, получаемый в процессе полимеризации при высоком давлении (ПЭВД), содержащий 55-65% кристаллической фазы, и полиэтилен высокой плотности, получаемый при низком давлении (ЛЭНД), имеющий кристалличность до 74-95%. Чем выше плотность и кристалличность полиэтилена, тем выше механическая прочность и теплостойкость материала.

59. ФТОРОПЛАСТЫ

Фторопласты являются термически и химически стойкими материалами. Основным представителем фторсодержащих полимеров является политетрафторэтилен ($—\text{CF}_2—\text{CF}_2—$), Это насыщенный полимер с макромолекулами в виде зигзагообразных спиралей. До температуры 250°C скорость кристаллизации мала и не влияет на его механические свойства, поэтому длительно эксплуатировать фторопласт-4 можно до температуры 250°C . Разрушение материала происходит при температуре выше 415°C . Аморфная фаза находится в высокоэластическом состоянии, это придает фторопласту-4 (фторлону-4) относительную мягкость. Температура стеклования — 120°C , но даже при весьма низких температурах (до -269°C) пластик не охрупчивается. Высокая термостойкость фторопласта-4 обусловлена высокой энергией связи C—F . Кроме того, вследствие небольшого размера атомы фтора образуют плотную оболочку вокруг цепи C—C и защищают последнюю от химических реагентов.

Фторопласт-4 стоек к действию растворителей, кислот, щелочей, окислителей. Практически фторлон-4 разрушается только под действием расплавленных щелочных металлов (калия, натрия) и элементарного фтора, кроме того, вода пластик не смачивает. Политетрафторэтилен малоустойчив к облучению. Это наиболее высококачественный диэлектрик, и его диэлектрические свойства мало изменяются в широком диапазоне температур. Фторопласт-4 обладает очень низким коэффициентом трения ($= 0,04$), который не зависит от температуры (до 327°C , когда начинает плавиться кристаллическая фаза). Недостатками фторопласта-4 являются хладотекучесть (результат рекристаллизации), выделение токсичного фтора при высокой температуре и трудность его переработки (вследствие отсутствия пластичности).

Фторопласт-4 применяют для изготовления труб для химикатов, деталей (вентили, краны, насосы, мембраны), уплотнительных прокладок, манжет, сильфонов, электрорадиотехнических деталей, антифрикционных покрытий на металлах (подшипники, втулки).

Разновидностью фторопласта является фторопласт-4Д, отличающийся формой и размером частиц, меньшей молекулярной массой. Это облегчает переработку материала в изделия. Физико-механические свойства одинаковы с фторопластом-4.

Волокно и пленку фторлон изготавливают из фторопласта-42. Фторлоновая ткань не горит, химически стойка, применяется для изготовления емкостей, рукавов, спецодежды, диафрагм и т. д.

Полярные термопластичные пластмассы. К полярным пластикам относятся фторопласт-3, органическое стекло, поливинилхлорид, полиамиды, полиуретаны, полиэтилентерефталат, поликарбонат, полиарилаты, пентапласт, полиформальдегид.

Фторопласт-3 (фторлон-3) — полимер трифторхлорэтилена, имеет формулу ($—CF_2—CFCl—$) и является кристаллическим полимером.

Введение атома хлора нарушает симметрию звеньев макромолекул, материал становится полярным. Диэлектрические свойства снижаются, но появляется пластичность и облегчается переработка материала в изделия. Фторопласт-3, медленно охлажденный после формования, имеет кристалличность около 80-85%, а закаленный — 30-40%. Интервал рабочих температур от -105 до $+70^{\circ}C$. При температуре $315^{\circ}C$ начинается термическое разрушение. Хладотекучесть полимера проявляется слабее, чем у фторопласта-4. По химической стойкости уступает политетрафторэтилену, но все же обладает высокой стойкостью к действию кислот, окислителей, растворов щелочей и органических растворителей.

Модифицированный политрифторхлорэтилен, выпускаемый под названием фторопласт-3М, обладает большей теплостойкостью (рабочая температура — 150-170°C), он более эластичен и легче формуется, чем фторопласт-3.

Фторопласт-3 используют как низкочастотный диэлектрик, кроме того, из него изготавливают трубы, шланги, клапаны, насосы, защитные покрытия металлов и др.

60. ЭЛАСТОМЕРЫ

Эластомеры — полимеры, способные к большим обратимым, т.н. высокоэластическим, деформациям в широком диапазоне температур (для большинства эластомеров от -60 до 200°C).

Высокоэластическое состояние — одно из трех физических состояний аморфных полимеров. Оно проявляется в интервале температур между температурами стеклования и текучести у полимеров, макромолекулы которых имеют цепное строение и достаточно гибки. Высокоэластическое состояние наблюдается также у полимеров, макромолекулы которых прочно связаны в пространственную сетку, имеющую достаточно длинные и гибкие отрезки цепного строения между узлами. Полимеры в высокоэластическом состоянии отличаются способностью к обратимым деформациям растяжения (до многих сотен процентов), низким значениям модуля эластичности [$0,1-10 \text{ Мн/м}^2$ ($1-100 \text{ кгс/см}^2$)], выделением тепла при растяжении, возрастанию равновесного модуля эластичности с температурой.

Наиболее характерные представители высокоэластичных материалов — каучуки и резины. Высокоэластическое состояние возникает благодаря способности цепных молекул полимеров к изменению формы. Гибкие цепные молекулы под влиянием теплового движения принимают ряд различных конформаций. При достаточно большой длине молекул число разрешенных скрученных конформаций подавляюще велико. Воздействие растягивающих сил распрямляет макромолекулы; после прекращения действия сил она вновь скручивается благодаря хаотическому характеру теплового движения. Сопротивление изменению формы полимерного тела обусловлено не изменением внутренней энергии, как в кристаллических телах, а увеличением числа более распрямленных конформаций, являющихся менее вероятными. Поэтому изотермическая деформация идеального высокоэластичного полимера связана с уменьшением энтропии и в этом смысле аналогична изотермическому сжатию идеального газа. Высокоэластические состояния являются следствием теплового движения длинных и гибких цепных молекул. При достаточно быстрых деформациях, когда цепные молекулы уже не успевают изменять свою форму, а также при очень больших деформациях, когда дальнейшее распрямление молекул затруднено, полимеры утрачивают способность к высокоэластической деформации и ведут себя подобно обычным твердым телам.

Высокоэластическое состояние отличается своеобразным сочетанием свойств упругих твердых тел (способность к восстановлению исходной формы тела), упругих свойств газообразных тел (кинетическая природа эластичности) и общих свойств жидких тел (значения коэффициента теплового расширения, сжимаемости и др.).

Каучук натуральный — полимер растительного происхождения, вулканизацией которого получают резину.

Каучук натуральный относится к группе эластомеров — высокомолекулярных соединений, обладающих способностью к большим обратимым деформациям при комнатной и более низких температурах (см. также «Высокоэластическое состояние»). Каучук натуральный содержится в млечном соке (латексе) каучуконосных растений; отдельные включения каучука имеются также в клетках коры и листьев этих растений. Добывают натуральный каучук главным образом из латекса бразильской гевеи, которая произрастает на плантациях в тропических странах. Молекулярная масса каучука — 1 400 000 - 2 600 000, содержание двойных связей в макромолекуле составляет 95-98,5% от теоретического значения.

Плотность каучука равна 0,91-0,92 г/см³,
показатель преломления — 1,5191,
температура стеклования — от -70 до -72°С,
удельная теплоемкость — 1,880 кдж/(кг.К) [0,449 кал/(г.°С)],
теплопроводность составляет 0,14 вт/(м. К) [0,12 ккал/(м. ч.°
С)],
диэлектрическая проницаемость при частоте 1 кгц —
2,37-2,45,
удельная электропроводность — 25,7.10⁻¹⁸ ом⁻¹. см⁻¹.

61. РЕЗИНЫ

Резина — продукт специальной обработки (вулканизации) смеси каучука и серы с различными добавками. Резина отличается от других материалов высокими эластическими свойствами, которые присущи каучуку — главному ее исходному компоненту. Она способна к очень большим деформациям (относительное удлинение достигает 1000%), которые почти полностью обратимы. При комнатной температуре резина находится в высокоэластическом состоянии, эти ее свойства сохраняются в широком диапазоне температур.

Модуль упругости лежит в пределах $0,1 - 1 \text{ кгс/мм}^2$, т.е. он в тысячи и десятки тысяч раз меньше, чем для других материалов. Особенностью резины является малая сжимаемость (для инженерных расчетов резину считают несжимаемой); **коэффициент Пуассона** равен $0,4-0,5$, тогда как для металла эта величина составляет $0,25-0,30$.

Другой особенностью резины является релаксационный характер деформации. При работе резины в условиях многократных механических напряжений часть энергии, воспринимаемой изделием, теряется на внутреннее трение (в самом каучуке и между молекулами каучука и частицами добавок); это трение преобразуется в теплоту и является причиной гистерезисных потерь. При эксплуатации толстостенных деталей (например, шин) вследствие низкой теплопроводности материала нарастание температуры в массе резины снижает ее работоспособность.

Для резиновых материалов характерны высокая стойкость к истиранию, газо- и водонепроницаемость, химическая стойкость, электроизолирующие свойства и небольшая плотность.

В результате совокупности технических свойств резиновых материалов их применяют для амортизации и демпфирования, уплотнения и герметизации в условиях воздушных и жидкостных сред, химической защиты деталей машин, в производстве тары для хранения масел и горючего, различных трубопроводов (шлангов), для покрышек и камер колес самолетов, автотранспорта и т.д. Номенклатура резиновых изделий насчитывает более 40 000 наименований.

Состав и классификация резин. Основой всякой резины служит натуральный каучук (НК) или синтетический каучук (СК), который и определяет основные свойства резинового материала. Для улучшения физико-механических свойств каучуков вводятся различные добавки. Вулканизирующие вещества (агенты) участвуют в образовании пространственно-сеточной структуры вулканизата. Обычно в качестве таких веществ применяют серу и селен, для некоторых каучуков — перекиси. Для резины электротехнического назначения вместо элементарной серы (которая взаимодействует с медью) применяют Органические сернистые соединения — тиурам (тиурамовые резины). Ускорители процесса вулканизации (полисульфиды, окислы свинца, магния и др.) влияют как на режим вулканизации, так и на физико-механические свойства вулканизатов. Ускорители проявляют свою наибольшую активность в присутствии окислов некоторых металлов (цинка и др.), называемых поэтому в составе резиновой смеси активаторами.

Противостарители (антиоксиданты) замедляют процесс старения резины, который ведет к ухудшению ее эксплуатационных свойств. Существуют противостарители химического и физического действия. Действие первых заключается в том, что они задерживают окисление каучука в результате окисления их самих или за счет разрушения образующихся перекисей каучука (применяются альдольнеозон и др.). Физические противостарители (парафин, воск) образуют поверхностные защитные пленки, они применяются реже.

Мягчители (пластификаторы) облегчают переработку резиновой смеси, увеличивают эластические свойства каучука, повышают морозостойкость резины. В качестве мягчителей вводят парафин, вазелин, стеариновую кислоту, битумы, дибутилфталат, растительные масла. Количество мягчителей составляет 8-30% от массы каучука.

62. РЕЗИНЫ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

К группе резин общего назначения относят вулканизаты неполярных каучуков — НК, СКВ, СКС, СКИ.

1. **НК** — натуральный каучук — является полимером изопрена (C_5H_8). Он растворяется в жирных и ароматических растворителях (бензине, бензоле, хлороформе, сероуглероде и др.), образуя вязкие растворы, применяемые в качестве клеев. При нагревании свыше $80-100^\circ C$ каучук становится пластичным и при $200^\circ C$ начинает разлагаться.

При температуре $-70^\circ C$ НК становится хрупким. Обычно НК аморфен. Однако при длительном хранении возможна его кристаллизация. Кристаллическая фаза возникает также при растяжении каучука, что значительно увеличивает его прочность. Для получения резины НК ее вулканируют серой.

Резины на основе НК отличаются высокой эластичностью, прочностью, водо- и газонепроницаемостью, высокими электроизоляционными свойствами.

2. **СКБ** — синтетический каучук бутадиеновый (дивинильный) получают по методу **С. В. Лебедева**. Формула полибутадиена (C_4H_6). Он является некристаллизующимся каучуком и имеет низкий предел прочности при растяжении, поэтому в резину на его основе необходимо вводить усиливающие наполнители (сажу, окись цинка и др.). Морозостойкость СКВ невысокая (40-45°C). Он набухает в тех же растворителях, что и НК. Кроме СКВ, выпускают дивинильные каучуки СКВ и СКБМ, отличающиеся повышенной морозостойкостью, а также стереорегулярный каучук СКД, который по основным техническим свойствам приближается к НК. Дивинильные каучуки вулканизуются серой аналогично натуральному каучуку.

3. **СКС** — бутадиен стирольный каучук — получается при совместной полимеризации бутадиена (C_4H_6) и стирола ($CH_2 = CH - C_6H_5$).

В зависимости от процентного содержания стирола каучук выпускают нескольких марок: СКС-10, СКС-30, СКС-50. Свойства каучука зависят от содержания стирольных звеньев. Так, например, чем больше стирола, тем выше прочность, но ниже морозостойкость.

Из наиболее распространенного каучука СКС-30 получают резины с хорошим сопротивлением старению и хорошо работающие при многократных деформациях. По газонепроницаемости и диэлектрическим свойствам они равноценны резинам на основе НК.

Каучук СКС-10 можно применять при низких температурах ($74-77^\circ C$). При подборе соответствующих наполнителей можно получить резины с высокой механической прочностью.

4. **СКИ** — синтетический каучук изопреновый — продукт полимеризации изопрена (C_5H_8). Получение СКИ стало возможным в связи с применением новых видов катализаторов (например, лития).

По строению, химическим и физико-механическим свойствам СКИ близок к натуральному каучуку. В промышленности выпускают: каучук СКИ-3, СКИ-3-П, наиболее близкий по свойствам к НК; каучук СКИ-3Д предназначен для электроизоляционных резин, СКИ-3В — для вакуумной техники.

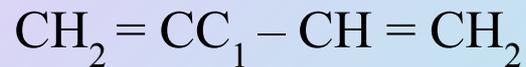
Резины общего назначения могут работать в среде воды, воздуха, слабых растворов кислот и щелочей. Интервал рабочих температур составляет от $-35-50$ до $80-130^\circ\text{C}$. Из этих резин изготавливают шины, ремни, рукава, транспортерные ленты, изоляцию кабелей, различные резинотехнические изделия.

Резину, стойкую к воздействию гидравлических жидкостей, используют для уплотнения подвижных и неподвижных соединений гидросистем, рукавов, диафрагм, насосов; для работы в масле применяют резину на основе каучука СКН, набухание которой в жидкости не превышает 1-4%.

Для кремнийорганических жидкостей применимы неполярные резины на основе каучуков НК, СКМС-10 и др.

63. РЕЗИНЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Маслобензостойкие резины получают на основе каучуков хлоропренового (наирит—отечественный хлоропреновый каучук), СКН и тиокола. Хлоропрен:



Вулканизация может производиться термообработкой, без серы, т.к. под действием температуры каучук переходит в термостабильное состояние.

Резины на основе наирита высокоэластичны, вибростойки, озоностойки, устойчивы к действию топлива и масел, хорошо сопротивляются тепловому старению. Окисление каучука замедляется экранирующим действием хлора на двойные связи. По температуроустойчивости и морозостойкости (35 ч — 40°C) они уступают как НК, так и другим СК. Электроизоляционные свойства резины на основе полярного наирита ниже, чем у резины на неполярных каучуках.

СКН — бутадиеннитрильный каучук — продукт совместной полимеризации бутадиена с нитрилом акриловой кислоты:



В зависимости от состава каучук выпускают следующих марок: СКН-18, СКН-26, СКН-40. (Зарубежные хайкар, пербунан, буна-N и др.). Присутствие в молекулах каучука группы CN сообщает ему полярные свойства. Чем выше полярность, тем выше механические и химические свойства и ниже морозостойкость каучука (СКН-18 — от 50 до 60°C, СКН-40 — от -26 до -28°C). Вулканизируют СКН при помощи серы. Резины на основе СКН обладают высокой прочностью ($X_B = 3,5 \text{ кгс/мм}^2$), хорошо сопротивляются истиранию, по эластичности уступают резинам на основе НК, превосходят их по стойкости к старению и действию разбавленных кислот и щелочей.

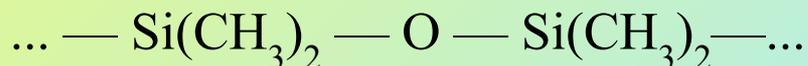
Маслобензостойкие резины могут работать в среде бензина, топлива, масел в интервале температур от -30 -50 до 100-130°C. Резины на основе СКН применяют для производства ремней, транспортерных лент, рукавов, маслобензостойких резиновых деталей (уплотнительных прокладок, манжет и т.п.).

Полисульфидный каучук (тиокол) образуется при взаимодействии галоидопроизводных углеводородов с многосернистыми соединениями щелочных металлов:



Тиокол вулканизуется перекисями. Присутствие в основной цепи макромолекулы серы придает каучуку полярность, он становится устойчивым к топливу и маслам, действию кислорода, озона, солнечного света.

СКТ—синтетический каучук теплостойкий, это кремнийорганическое (полисилоксановое) соединение:



Каучук вулканизуется перекисями и требует введения усиливающих наполнителей. Присутствие в основной молекулярной цепи прочной силоксановой связи придает ему высокую теплостойкость. Так как СКТ слабо полярен, он обладает хорошими диэлектрическими свойствами. Диапазон рабочих температур СКТ — от -60 до $+250^\circ\text{C}$.

Морозостойкие резины: на основе каучуков, имеющих низкие температуры стеклования. Например, на основе СКС-10 и СКД: могут работать при температуре до -600°C ; НК, СКВ, СКС-30, СКН - до -50°C , СКТ — ниже -75°C .

Светоозоностойкие резины вырабатывают на основе фторсодержащих насыщенных каучуков (СКФ), этиленпропиленовых (СКЭП), бутилкаучука.

Резины на основе фторкаучуков и этиленпропилена стойки к воздействию сильных окислителей (HNO_3 , H_2O_2 и др.), применяются для уплотнительных изделий, диафрагм, гибких шлангов, не разрушаются при работе в атмосферных условиях в течение нескольких лет. Бутил каучук получается совместной полимеризацией изобутилена с небольшим количеством изопрена (2-3%).

64. ДЕКОРАТИВНЫЕ СЛОИСТЫЕ ПЛАСТИКИ

Полимерные материалы в простейшем случае состоят из основного и декоративного слоев. В зависимости от назначения пластика, природы полимера и наполнителя декоративные слоистые пластики могут содержать дополнительно защитный, барьерный и балансирующий слой.

Основной слой, определяющий физико-механические свойства материала, изготавливают из различных пластиков: гетинакса (гетинакс — слоистый пластик на основе бумаги и синтетических смол). Связующим чаще всего служат фенолоформальдегидные смолы, реже — меламиноформальдегидные, эпоксидно-фенолоанилино-формальдегидные.

Содержание смолы в гетинаксе составляет 40- 55%. Иногда гетинакс фольгируют красно-медной электролитической фольгой, облицовывают хлопчатобумажными, стеклянными или асбестовыми тканями, армируют металлической сеткой. В зависимости от назначения гетинакс выпускают нескольких марок.

Гетинакс обладает высокой механической прочностью, хорошими электроизоляционными свойствами.

Свойства гетинакса:

плотность — 25 г/см^2 ; теплостойкость по Мартенсу — $150-160^\circ\text{C}$;
прочность при растяжении $70-100 \text{ Мн/м}^2$ ($700-1000 \text{ кгс/см}^2$),

прочность при статическим изгибе (по основе)— $80-140 \text{ Мн/м}^2$ ($800-1400 \text{ кгс/см}^2$);

удельная ударная вязкость — $1,3-1,5 \text{ кДж/м}^2$ ($13-15 \text{ кгс(см/см}^2)$);
водопоглощение за 24 ч — $0,3-0,6 \text{ г/дм}^2$;

удельное поверхностное электрическое сопротивление — 10^{10} — 10^{12}
Ом;

тангенс угла диэлектрических потерь при 10^3 кГц — $0,07$ — $0,10$.

Для получения листового гетинакса бумагу пропитывают спиртовым или водно-спиртовым раствором резольной смолы либо расплавленной смолой под давлением. Пропитанные листы сушат, режут, собирают в пакеты и прессуют при $150-160^\circ\text{C}$, затем охлаждают под давлением. Иногда гетинакс подвергают дополнительной термообработке (ступенчатому нагреву до $120-130^\circ\text{C}$). Основную массу деталей из гетинакса изготавливают механической обработкой.

Гетинакс применяют как электроизоляционный материал для длительной работы при температурах, от -65°C до $+105^{\circ}\text{C}$; для производства панелей, крышек, втулок, шестерен, шайб и иного, а также в мебельном производстве. Из фольгированного гетинакса изготавливают печатные схемы.

Различают текстолит на основе стеклянных тканей — стеклотекстолита, на основе асбестовых тканей — асботекстолиты, на основе хлопчатобумажных (например, бязь, миткаль, бельтинг, шифон) и тканей из искусственных и синтетических органических волокон (например, вискозных, полиамидных, полиэфирных) — собственно текстолита. Наполнителем для текстолита может служить также нетканый материал.

По сравнению с асбо- и стеклотекстолитами собственно текстолит значительно легче (плотность — $1,3-1,4 \text{ г/см}^3$), Он характеризуется меньшей теплопроводностью, лучше подвергается всем видам механической обработки и склеиванию, однако менее прочен (например, прочность при растяжении $50 - 1000 \text{ Мн/м}^2$; или $500-1000 \text{ кгс/см}^2$), обладают более низкой тепло- и химстойкостью. Связующими для текстолита служат главным образом фенолоформальдегидные смолы, крезоло- и ксиленолоальдегидные, мочевино- и меламиноформальдегидные смолы:, полиамиды, полиолефины, ацетил- и этилцеллюлоза.

Текстолит производят в виде листов, пластин и плит, используемых для изготовления изделий чаще всего механической обработкой (например, подшипников скольжения, электрораспределительных панелей, реже — шестерен, втулок). Изделия из пропитанного наполнителя производят также прессованием в пресс-форме, намоткой (трубы, цилиндры, профили), послойной выкладкой с последующим контактным формованием (контейнеры, протезы, например рук и ног, лодки) и др. Применяемые стеклоткани могут быть однослойными и многослойными.

65. НЕОРГАНИЧЕСКОЕ СТЕКЛО

Неорганическое стекло следует рассматривать как особого вида затвердевший раствор — сложный расплав высокой вязкости кислотных и основных окислов.

Стеклообразное состояние является разновидностью аморфного состояния вещества. При переходе стекла из расплавленного жидкого состояния в твердое аморфное в процессе быстрого охлаждения и нарастания вязкости беспорядочная структура, свойственная жидкому состоянию, как бы замораживается. В связи с этим неорганические стекла характеризуются неупорядоченностью и неоднородностью внутреннего строения,

Стеклообразующий каркас стекла представляет собой неправильную пространственную сетку, образованную кремнекислородными тетраэдрами $[\text{SiO}_4]_4$. При частичном изоморфном замещении кремния в тетраэдрах, например на алюминий или бор, образуется структурная сетка алюмосиликатного $[\text{Si}_x\text{AlO}_4]_z$ или боросиликатного $[\text{Si}_x\text{BO}_4]_z$ -стекло. Ионы щелочных (Na, K) и щелочноземельных (Ca, Mg, Ba) металлов называются **модификаторами**; в структурной сетке стекла они располагаются в промежутках тетраэдрических группировок. Введение Na_2O или других модификаторов разрывает прочные связи Si—O—Si и снижает прочность, термо- и химическую стойкость стекла, одновременно облегчая технологию его производства. Большинство стекол имеет рыхлую структуру с внутренней неоднородностью и поверхностными дефектами.

В состав неорганических стекол входят стеклообразующие окислы кремния, бора; фосфора, германия, мышьяка, образующие структурную сетку и модифицирующие окислы натрия, калия, лития, кальция, магния, бария, изменяющие физико-химические свойства стекломассы. Кроме того, в состав стекла вводят окислы алюминия, железа, свинца, титана, бериллия, которые самостоятельно не образуют структурный каркас, но могут частично замещать стеклообразующие каркасы и этим сообщать стеклу нужные технические характеристики. В связи с этим промышленные стекла являются сложными многокомпонентными системами.

Стекла классифицируют по ряду признаков: по стеклообразующему веществу, по содержанию модификаторов и по назначению.

В зависимости от химической природы стеклообразующего вещества стекла подразделяют на силикатные (SiO_2), алюмосиликатные (Al_2O_3 — SiO_2), боросиликатные (B_2O_3 — SiO_2), алюмоборосиликатные (Al_2O_3 — B_2O_3 — SiO_2), алюмофосфатные (Al_2O_3 — PO_5) др.

По содержанию модификаторов стекла бывают щелочными (содержащими окислы Na_2O , K_2O), бесщелочными и кварцевыми. По назначению бее стекла подразделяют на технические (оптические, светотехнические, электротехничесеекие, химико-лабораторные, приборные, трубные); строительные (оконные, витринные, армированные, стеклоблоки) и бытовые (стеклотара, посудные, бытовые зеркала и т.п.)..

Технические стекла в большинстве относятся к алюмоборосиликатной группе и отличаются разнообразием входящих окислов. Стекла выпускаются промышленностью в виде готовых изделия, заготовок или отдельных деталей.

Общие свойства стекла. При нагревании стекло плавится в некотором температурном интервале, который зависит от состава. Для промышленных силикатных стекол температура стеклования $t = 425 - 600^{\circ}\text{C}$, температура размягчения t лежит в пределах $600-800^{\circ}\text{C}$. В интервале температур между t_0 и t стекла находятся в высоковязком пластическом состоянии. При температурах выше t ($1000-1100^{\circ}\text{C}$) проводятся все технологические процессы переработки стекломассы в изделия.

Свойства стекла, как и всех аморфных тел, изотропны. Плотность колеблется от 2,2 до 6,5 г/см³ (с окислами свинца, бария — до 8 г/см³). Механические свойства стекла определяются высоким сопротивлением сжатию (50-200 кгс/мм²), низким пределом прочности при растяжении (3-9 кгс/мм²) и изгибе (5-15 кгс/мм²).

66. СПЕЦИФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТЕКЛА

Важнейшими специфическими свойствами стекол являются их оптические свойства: светопрозрачность, отражение, рассеивание, поглощение и преломление света. Обычное неокрашенное листовое стекло пропускает до 90%, отражает примерно 8% и поглощает около 1% видимого и частично инфракрасного света; ультрафиолетовые лучи поглощает почти полностью. Кварцевое стекло является прозрачным для ультрафиолетовых лучей. Коэффициент преломления стекол составляет 1,47-1,96, коэффициент рассеяния (дисперсии) находится в интервале от 20 до 71. Стекло с большим содержанием PbO поглощает рентгеновские лучи.

Термостойкость стекла характеризует его долговечность в условиях разных изменений температуры. Она определяется разностью температур, которую стекло может выдержать без разрушения при его резком охлаждении в воде (0°C). Для большинства видов стекол термостойкость колеблется от 90 до 170°C , а для кварцевого стекла она составляет $800 - 1000^{\circ}\text{C}$. Химическая стойкость стекол зависит от образующих их компонентов: окислы SiO_2 , ZrO_2 , TiO_2 , V_2O_3 , Al_2O_3 , CaO , MgO , ZnO обеспечивают высокую химическую стойкость, а окислы Li_2O , Na_2O , K_2O , BaO и PbO , наоборот, способствуют химической коррозии стекла. Механическая прочность и термостойкость стекла могут быть повышены путем закалки и термохимического упрочнения.

Закалка заключается в нагреве стекла до температуры выше t и последующем быстром и равномерном охлаждении в потоке воздуха или в масле. При этом сопротивление статическим нагрузкам увеличивается в 3-6 раз, ударная вязкость — в 5-7 раз. При закалке повышается и термостойкость стекла.

Термохимическое упрочнение основано на глубоком изменении структуры стёкла и свойств его поверхности. Стекло подвергается закалке в подогретых кремнийорганических жидкостях, в результате чего на поверхности материала образуются полимерные пленки; этим создается дополнительное по сравнению с результатом обычной закалки упрочнение. Повышение прочности и термостойкости можно получить травлением закаленного стекла плавиковой кислотой, в результате чего удаляются поверхностные дефекты, снижающие его качество.

Силикатные триплексы представляют собой два листа закаленного стекла (толщиной 2-3 мм), склеенные прозрачной эластичной полимерной пленкой. При разрушении триплекса образовавшиеся неострые осколки удерживаются на полимерной пленке. Триплексы бывают плоскими и гнутыми.

Термопан — трехслойное стекло, состоящее из двух стекол и воздушного промежутка между ними. Эта воздушная прослойка обеспечивает теплоизоляцию.

Для остекления транспортных средств используют преимущественно триплексы, термопан и закаленные стекла.

Оптические стекла, применяемые в оптических приборах и инструментах, подразделяют на кроны, отличающиеся малым преломлением, и флинты — с высоким содержанием окиси свинца и большими значениями коэффициента преломления. Тяжелые флинты не пропускают рентгеновские лучи. Светорассеивающие стекла содержат в своем составе фтор.

Остекление кабин и помещений, где находятся пульта управления мартеновских и электрических дуговых печей, прокатных станов и подъемных кранов в литейных цехах, выполняется стеклами, содержащими окислы железа и ванадия, которые поглощают около 70% инфракрасного излучения в интервале длин волн 0,7-3 мкм.

Кварцевое стекло вследствие высокой термической и химической стойкости применяют для тиглей, чаш, труб, наконечников, лабораторной посуды. Близкое по свойствам к кварцевому стеклу, но более технологичное кварцоидное стекло используют для электроколб, форм для точного литья и т.д.

Электропроводящие (полупроводниковые) стекла (халькогенидные и оксидные ванадиевые) находят широкое применение в качестве термисторов, фотосопротивлений.

67. ТЕПЛОЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫЕ СТЕКЛОВОЛОКНИСТЫЕ, КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ.

Эти материалы имеют рыхловолокнистую структуру с большим количеством воздушных прослоек, волокна в них располагаются беспорядочно. Такая структура сообщает этим материалам малую объёмную массу от 20 до 130 кг/м³ и низкую теплопроводность $\lambda = 0,0300-0488$ Ккал.

Разновидностями стекловолокнистых материалов являются стекловата, применение которой ограничено ее хрупкостью; материалы АСИМ, АТИМС, АТМ-3, состоящие из стекловолокон, расположенных между двумя слоями стеклоткани или стеклосетки, простеганной стеклонитками. Они применяются в интервале температур от -60 до 450-600°C. Иногда стекловолокна сочетают с терморезактивной смолой, придающей матам более устойчивую рыхлую структуру (материал АТИМСС), рабочие температуры — до 150°C. Материалы, вырабатываемые из короткого волокна и синтетических смол, называются плитами. Коэффициент звукопоглощения плит при частоте 200-800 Гц равен 0,5; при частоте 8000 Гц — 0,65.

Стекловату, маты, плиты применяют для тёпловозвукоизоляции кабин самолетов, кузовов автомашин, железнодорожных вагонов, тепловозов, электровозов, корпусов судов, в холодильной технике, ими изолируют различные трубопроводы, автоклавы и т.д. .

Ситаллы (стеклокристаллические материалы) получают на основе неорганических стекол путём их полной или частичной управляемой кристаллизации. Термин «ситаллы» образован от слов «стекло» и «кристаллы». По структуре и технологии получения ситаллы занимают промежуточное положение между обычным стеклом и керамикой. От неорганических стекол они отличаются кристаллическим строением, а от керамических материалов — более мелкозернистой и однородной микрокристаллической структурой.

Ситаллы получают путем плавления стекольной шихты специального состава с добавкой нуклеаторов (катализаторов), охлаждения расплава до пластичного состояния и формования из него изделий методами стекольной технологии и последующей ситаллизации (кристаллизации). Ситалловые изделия получают также порошковым методом спекания.

В состав стекла, применяемого для получения ситаллов, входят окислы LiO_2 , Al_2O_3 , SiO_2 , MgO , CaO и иные; катализаторы кристаллизации (нуклеаторы). К числу последних относятся соли светочувствительных металлов Al , Ag , Cu , которые являются коллоидными красителями и находятся в стекле в виде мельчайших коллоидно-дисперсных частиц, а также фтористые и фосфатные соединения, TiO_2 и иные, представляющие собой глушители, распределяющиеся в стекле в виде плохо растворимых частичек.

Керамические материалы

Керамика — неорганический материал, получаемый в виде отформованных масс в процессе высокотемпературного обжига.

Керамика на основе чистых оксидов. Оксидная керамика обладает высокой прочностью при сжатии по сравнению с прочностью при растяжении или изгибе; более прочными являются мелкокристаллические структуры. С повышением температуры прочность керамики понижается. Керамика из чистых оксидов, как правило, не подвержена процессу окисления.

Бескислородная керамика — материалы обладают высокой хрупкостью. Сопротивление окислению при высоких температурах карбидов и боридов составляет 900-1000°C, несколько ниже оно у нитридов. Силициды могут выдерживать температуру 1300-1700°C (на поверхности образуется пленка кремнезема).

Графит

Графит является одной из аллотропических разновидностей углерода. Это полимерный материал кристаллического пластинчатого строения.

Графит не плавится при атмосферном давлении. Графит встречается в природе, а также получается искусственным путем.

68. КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Композиционными называют искусственные материалы, получаемые сочетанием химически разнородных компонентов. Одним из компонентов является матрица (для полимеров — связующее вещество), другим — упрочнители. Исходным веществом являются армированные стеклопластики. Их физическая природа, схемы армирования и расчетные особенности переносятся на композиционные полимерные материалы. В качестве матриц используют полимерные, углеродные, керамические и металлические материалы. В качестве упрочнителей — стеклянные, углеродные, борные, органические волокна, волокна на основе нитевидных кристаллов (окислов, карбидов, боридов, нитридов и др.), а также металлические волокна (проволоки), обладающие высокой прочностью и жесткостью. Углеродные волокна на воздухе могут работать до температуры 450°C, в нейтральной и восстановительной среде они сохраняют прочность при температуре до 2200°C. Борные и керамические волокна обладают высокой твердостью и мало разупрочняются с повышением температуры. Органические волокна могут работать до температуры 200-300°C.

Свойства композиционных материалов зависят от состава компонентов, их сочетания, количественного соотношения и прочности связи между ними. Армирующие упрочняющие материалы могут быть в виде волокон, жгутов, нитей, лент, многослойных тканей. Свойства матрицы определяют прочность композиции при сдвиге и сжатии и сопротивление усталостному разрушению.

Повышение адгезии матрицы к волокнам достигается поверхностной обработкой последних. С этой целью применяют вискеризацию — введение нитевидных кристаллов в межволоконное пространство. Вискеризация осуществляется путем осаждения нитевидных кристаллов на поверхность волокон («мохнатые» волокна с выращенными на них перпендикулярно длине монокристаллами — «усами»). Этим достигается повышение прочности материала при сдвиге в 1,5-2 раза, модуля упругости при сдвиге и прочности при сжатии — на 40-50%. По характеру матрицы композиционные материалы подразделяют на полимерные, углеродные и металлические. По упрочнителю — на карбоволокниты (углепласты), содержащие в качестве упрочняющего материала углеродные волокна; борволокниты с упрочнителями в виде борных волокон; органоволокниты с синтетическими волокнами; металлы, армированные волокнами.

Температура деструкции

Преимуществами композиционных материалов являются высокие прочность и жесткость (для карбоволокнитов $O_v = 65-170$, для борволокнитов $O_v = 90-175$ кгс/мм², $E = 21400-27000$ кгс/мм²), хорошее сопротивление хрупкому разрушению, жаропрочность и термическая стабильность. Плотность композиционных материалов составляет от 1,35 до 4,8 г/см³. Композиционные материалы являются перспективными конструкционными материалами для различных отраслей машиностроения.

Карбоволокниты (углепласты) представляют собой композиции, состоящие из полимерного связующего вещества (матрицы) и упрочнителей (наполнителей) в виде углеродных волокон (карбоволокон).

Бороволокниты представляют собой композиции из полимерного связующего и упрочнителя — борных волокон. Бороволокниты отличаются высокой прочностью при сжатии, сдвиге и срезе, низкой ползучестью, высокими твердостью и модулем упругости, тепло- и электропроводностью.

Органоволокниты представляют собой композиционные материалы, состоящие из полимерного связующего и упрочнителей в виде синтетических волокон. Они устойчивы в агрессивных средах и во влажном тропическом климате; их диэлектрические свойства высокие, а теплопроводность низкая. Органоволокниты применяют в качестве изоляционного и конструкционного материала в электрорадиопромышленности, авиационной технике, автостроении; из них изготавливают трубы, емкости.

69. КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Номенклатура теплоизоляционных материалов весьма обширна, а свойства разнообразны. Общая классификация теплоизоляционных материалов представлена в таблице.

Классификация теплоизоляционных материалов

Таблица 1

По виду исходного сырья	Органические и минеральные.
По горючести	слабо-горючие, умеренно-горючие, нормально-горючие, сильно-горючие
По области применения	строительная теплоизоляция, промышленная теплоизоляция, трубная теплоизоляция
По средней плотности	особо легкие, легкие, тяжелые
По форме и внешнему виду	штучные, рулонные, шнуровые, жгутовые, сыпучие (рыхлые)
По жесткости	мягкие, полужесткие, » жесткие, твердые
По теплопроводности	низкая теплопроводность, - средняя теплопроводность, повышенная теплопроводность
По структуре	волокнистые, ячеистые, зернистые, смешанной структуры

По ГОСТу 16381-77 ТИМ классифицируются по следующим основным признакам:

1) по виду исходного сырья теплоизоляционные материалы могут быть органическими и минеральными;

2) по форме и внешнему виду материалы подразделяются на штучные изделия (плиты, блоки, кирпич, цилиндры, полуцилиндры, скорлупы, сегменты), рулонные и шнуровые (маты, шнуры);

3) по средней плотности.

В отличие от многих других строительных материалов марка теплоизоляционного материала устанавливается не по показателю прочности, а по величине средней плотности, которая выражается в кг/м^3 . По этому показателю теплоизоляционные материалы делят на следующие марки: 15, 25, 35, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500. Марка теплоизоляционного материала представляет собой верхний предел его средней плотности (например, изделия марки 100 могут иметь среднюю плотность, равную 75-1.00 кг/м^3);

4) по жесткости теплоизоляционные материалы, подразделяются на следующие виды: мягкие, полужесткие и жесткие. Кроме того, выпускаются изделия повышенной жесткости и твердости, хорошо сопротивляющиеся внешним нагрузкам;

5) по способу порообразования теплоизоляционные материалы делят на следующие виды:

- а) материалы с волокнистым каркасом;
- б) вспученные материалы;
- в) вспененные материалы;
- г) материалы с пористым наполнителем;
- д) материалы с выгорающими добавками;
- е) материалы с пространственным каркасом.

Классификация теплоизоляционных материалов в зависимости от способа порообразования структуры формы и внешнего вида с указанием основных видов данных материалов для минеральных и для органических представлена в таблицах.

70. МИНЕРАЛЬНЫЕ И ОРГАНИЧЕСКИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Минеральные теплоизоляционные материалы

Таблица 2

Материалы с волокнистым каркасом	сыпучие	рыхлая комовая минеральная и стеклянная вата; гранулированная минеральная и стеклянная вата; сухие смеси на основе распущенного асбеста и минерального стекловолокна
	мягкие	минераловатные, стекловатные маты; асбопухшнур
	жесткие	минераловатные, стекловатные плиты; асбестоцементные плиты; вулканит; шевелин; совел ит
Вспученные материалы	сыпучие	вермикулит; перлит; шунгизит; сухие смеси на их основе; гранулы ячеистого стекла; стеклопор
	жесткие	газобетон; газосиликат; ячеистое пеностекло
Вспененные материалы		пенобетон; пеносиликат; пенодиамитовые; пеноасбест; пеношамот
Материалы с пористым наполнителем		перлитовые; вермикулитовые; шунгизитовые
Материалы с выгорающим каркасом		диамитовые; трепельные
Материалы с пространственным каркасом		сотолласты

Органические теплоизоляционные материалы

Таблица 3

Материалы с волоконистым каркасом	Сыпучие	Эковата
	мягкие	войлок синтетический; синтепон; войлок натуральный; древесно-волоконистые
	жесткие	древесно-волоконистые; древесностружечные; фибролит; торфоизоляционные плиты; камышит, соломит; льнокостричные
Вспученные материалы	сыпучие	гранулированный пенополистирол
	мягкие	пенополивинилхлорид; пенополиуретан
	жесткие	пенополивинилхлорид; пенополиуретан; фенол ьнофор- мальдегидный поропласт; кремний органический поропласт
Вспененные материалы		мипора; пенополиуретан; пенопласт; пенополиэтилен; пенорезиновые
Материалы с пористым заполнителем		пробковые; пенополистиролбетоин
Материалы с пространственным каркасом		сотопасты

По горючести теплоизоляционные материалы подразделяются согласно СНИПу 21-01-97 (см. «Огнезащитные материалы»).

По теплопроводности материалы и изделия подразделяются на классы:

А — низкой теплопроводности ($< 0,06$ Вт/мК);

Б — средней теплопроводности ($0,06-0,115$ Вт/мК);

В — повышенной теплопроводности ($0,1-0,175$ Вт/мК).

71. ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Электроизоляционные материалы — это материалы, применяемые в электротехнических и радиотехнических устройствах для разделения токоведущих частей, имеющих разные потенциалы, для увеличения емкости конденсаторов, а также служащие теплопроводящей средой в электрических машинах, аппаратах и т.п. В качестве электроизоляционных материалов используют диэлектрики, которые по сравнению с проводниковыми материалами обладают значительно большим удельным объемным электрическим сопротивлением

$r_v = 10^9 - 10^{20} \text{ Ом} \times \text{см}$ (у проводников $10^{-6} - 10^{-4} \text{ Ом} \times \text{см}$).

Основные характеристики электроизоляционных материалов:

удельное объемное и поверхностное сопротивления ρ_v и ρ_s ,
относительная диэлектрическая проницаемость ϵ ,
температурный коэффициент диэлектрической проницаемости $1/\epsilon - d\epsilon/dT$
град⁻¹,
угол диэлектрических потерь d ,
электрическая прочность $E_{пр}$ (напряженность электрического поля, при которой происходит пробой).

При оценке материала учитывают также зависимость этих характеристик от частоты электрического тока и величины напряжения. Электроизоляционные материалы можно классифицировать по нескольким признакам: агрегатному состоянию, химическому составу, способам получения и т.д. В зависимости от агрегатного состояния различают твердые, жидкие и газообразные электроизоляционные материалы.

Твердые электроизоляционные материалы составляют наиболее обширную группу и в соответствии с физико-химическими свойствами, структурой, особенностями производства делятся на ряд подгрупп (например, слоистые пластики, бумаги и ткани, лакоткани, слюды и материалы на их основе, электрокерамические и др.). К этим же материалам условно можно отнести лаки, заливочные и пропиточные составы, которые используются в качестве электроизоляционных материалов в затвердевшем состоянии. Электрическая прочность твердых электроизоляционных материалов (при 20°C и частоте электрического тока 50 Гц) лежит в пределах от 1 Мв/м (например, для некоторых материалов на основе смол) до 120 Мв/м (например, для полиэтилентерефталата). Жидкие электроизоляционные материалы — это электроизоляционные масла, в т.ч. нефтяные, растительные и синтетические. Электроизоляционные материалы отличаются друг от друга вязкостью и имеют различные по величине электрические характеристики. Лучшими электрическими свойствами обладают конденсаторные и кабельные масла.

Электрическая прочность жидких электроизоляционных материалов при 20° С и частоте 50 Гц обычно находится в пределах 12-25 Мв/м. Существуют полужидкие электроизоляционные материалы — вазелины. Газообразные электроизоляционные материалы — воздух, элегаз (гексафторид серы), фреон-21 (дихлорфторметан). Воздух является естественным изолятором (воздушные промежутки в электрических машинах, аппаратах и т.п.), обладает электрической прочностью около 3 Мв/м. Элегаз и фреон-21 имеют электрическую прочность около 7,5 Мв/м, применяются в качестве электроизоляционных материалов в основном в кабелях и различных электрических аппаратах. По химическому составу различают органические и неорганические электроизоляционные материалы. Наиболее распространенные электроизоляционные материалы — неорганические (слюда, керамика и пр.). В качестве электроизоляционных материалов используют природные (естественные), и искусственные (синтетические) материалы. Искусственные электроизоляционные материалы можно создавать с заданным набором необходимых электрических и физико-химических свойств, поэтому такие электроизоляционные материалы наиболее широко применяют в электротехнике и радиотехнике. В соответствии с электрическими свойствами молекул вещества различают полярные (дипольные) и неполярные (нейтральные) электроизоляционные материалы.

72. СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Это вещества, обладающие смазочным действием (смазочное действие — способность некоторых веществ снижать трение, уменьшать износ и повреждение трущихся поверхностей). Смазочное действие обусловлено уменьшением сил сцепления, действующих между соприкасающимися телами, и сил сопротивления деформациям сдвига, которым подвергаются поверхностные слои трущихся тел.

При граничном трении толщина смазочной прослойки обычно не превышает 0,1 мкм, иногда составляет один или несколько молекулярных слоев. Смазочное действие в этом случае определяется физико-химическими свойствами тончайшего слоя, образованного в результате адсорбции или хемосорбции веществ из жидкой или газовой среды на поверхности твердого тела. В случае органических поверхностно-активных веществ (ПАВ) адсорбционный слой имеет вид «молекулярного ворса», по которому и происходит скольжение трущихся поверхностей.

Смазочное действие ПАВ часто обусловлено также адсорбционным понижением прочности. ПАВ и вещества, химически взаимодействующие с поверхностью, вводят в качестве присадок в технические масла и смазочно-охлаждающие жидкости для улучшения их смазочного действия. При трении полимерных материалов смазочное действие могут проявлять низкомолекулярные вещества, образующиеся в результате механохимической деструкции полимеров.

При жидкостном трении, когда толщина смазочной прослойки превосходит десятые доли микрометра, уменьшение трения определяется главным образом разъединением трущихся тел и объясняется гидродинамической теорией смазочного действия, разработанной **Н.П. Петровым, О. Рейнольдсом** и др.

Смазочное действие твердых веществ (например, графита, дисульфида молибдена) обусловлено их слоистой структурой и слабым межслойным сцеплением. Мягкие металлы (свинец, олово, кадмий) и другие материалы, наносимые на поверхность более твердых тел, образуют прослойку с малым сдвиговым сопротивлением; в этом случае смазочное действие обусловлено локализацией деформации сдвига в тонком поверхностном слое.

Для смазки применяются материалы, облегчающие трение и процессы обработки металлов резанием и давлением, материалы, служащие для защиты поверхностей от коррозии и уплотнения соединений деталей машин.

Смазывание — смазочное действие смазочного материала на поверхности трения, в результате чего уменьшается изнашивание поверхностей. Между трущимися поверхностями создается смазочный слой, обеспечивающий минимальное сопротивление тангенциальному сдвигу и достаточно большое сопротивление нормальным нагрузкам. Наиболее благоприятные режимы смазывания обеспечиваются подбором оптимальных смазочных материалов, подачей их к трущимся поверхностям в необходимых количествах, рациональной конструкцией узлов трения, а также выбором правильной технологии.

Смазочные материалы — вещества, используемые для предотвращения задира и заедания, уменьшения и упорядочения износа взаимно перемещающихся поверхностей. Особая группа смазочных материалов — смазочно-охлаждающие жидкости, например применяемые при обработке металлов резанием, технологические масла, используемые при обработке металлов давлением (ковке, прокатке, волочении и т.п.).

Способы подачи смазочного материала к трущимся поверхностям определяются свойствами материала, функциями и условиями работы узла трения. Для масел характерны картерная и циркуляционная системы смазывания. В первом случае узел трения помещают в герметичный картер, на дно которого наливают масло. В циркуляционных системах масло из картера или бака насосом по маслопроводу подается в узел трения, откуда самотеком или принудительно возвращается в картер.

73. КОНСЕРВАЦИОННЫЕ, УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ ЖИДКОСТИ

Существуют фитильная и капельная подача смазочных масел, подача смазочно-масляным туманом и т.п. Пластичные смазки закладывают в узлы трения при изготовлении машин или пропрессовывают их в узел через устройства, называемые пресс-масленками, с помощью ручных или механических шприцев. Для смазки применяют также колпачковые, пружинные и другие масленки. Некоторые машины (например, прокатные станы, шагающие экскаваторы) имеют централизованные системы смазки.

Консервационные (защитные) материалы — вещества, служащие для предотвращения коррозионного разрушения металлических изделий и деталей машин при их хранении (консервации) и эксплуатации. Обычно для этого используют углеводородные пластичные С-вазелины, Также применяются жидкие консервационные масла и твердые покрытия. Для получения твердого покрытия на защищаемую поверхность наносят раствор парафина и церезина с ингибиторами коррозии в летучих нефтепродуктах. После испарения растворителя на поверхности остается твердое покрытие толщиной около 0,1 мм.

Уплотнительные материалы — вещества, используемые для герметизации вакуумных систем, трубопроводной арматуры, резьбовых соединений труб и т.п. Их применяют также для облегчения монтажа и разборки резьбовых и других соединений. Обычно это пластичные смазочные материалы, содержащие до 20% порошка графита, дисульфида молибдена, мягких металлов и т.п.

В качестве смазочных материалов используют жидкие масла преимущественно нефтяного происхождения, синтетические масла, пластичные смазки, твердые вещества (графит, дисульфид молибдена, полимеры с наполнителями), газообразные вещества (воздух, пары углеводородов, галогенопроизводные метана и др.) и поверхностно-активные вещества (мыла, глицерин и пр.). По агрегатному состоянию, свойствам и назначению смазочные материалы разделяются на группы и сорта.

Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) — сложные многокомпонентные системы, предназначенные для смазки и охлаждения металлообрабатывающих инструментов и деталей для снижения их износа и повышения прочности обработанных деталей (в процессе обработки материалов СОЖ выполняют, кроме того, ряд других функций: вымывают абразивную пыль и стружку, защищают обработанные детали, инструмент и оборудование от коррозии, улучшают санитарно-гигиенические условия работы). В зависимости от состава различают три группы СОЖ:

1) чистые минеральные масла или масла с противоизносными и противозадирными присадками жиров, органических соединений серы, хлора, фосфора; часто к ним добавляют также антикоррозионные, антиокислительные и антипенные присадки в количестве 5-50%;

2) водные эмульсии минеральных масел, которые получают на месте потребления разбавлением водой эмульсоров, состоящих из 40-80% минерального масла и 20-60% эмульгаторов, связующих веществ, ингибиторов коррозии, антивспенивателей, бактерицидов;

3) водные растворы поверхностно-активных веществ и низкомолекулярных полимеров, которые получают из концентратов, содержащих 40-60% поверхностно-активных веществ, полимеров, ингибиторов коррозии, антивспенивателей, бактерицидов и 40-60% воды.

Концентрация рабочих эмульсий и растворов зависит от условий применения и обычно составляет 2-10%. СОЖ получают компаундированием (смешением) базовой основы с присадками.

Применяются СОЖ главным образом при обработке металлов резанием, давлением, при обработке пластмассы и металлокерамики. В каждом отдельном случае выбор СОЖ определяется видом и режимом обработки, составом и свойствами инструментального и обрабатываемого материалов, требованиями к качеству обработанной поверхности, способом подачи жидкости и др.

74. КЛЕЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

Клеи — это коллоидные растворы пленкообразующих полимеров, способные при затвердевании образовывать прочные пленки, хорошо прилипающие к различным материалам.

Клеевые соединения по сравнению с другими видами неразъемных соединений (заклепочными, сварными и др.) имеют ряд преимуществ:

возможность соединения различных материалов как между собой, так и в различных сочетаниях;

атмосферостойкость и стойкость к коррозии клеевого шва;

герметичность соединения; возможность соединения тонких, материалов;

снижение стоимости производства; экономия массы и значительное упрощение технологии изготовления изделий,

Недостатки — относительно низкая длительная теплостойкость (до 350°C), обусловленная органической природой пленкообразующего вещества; невысокая прочность склейки при неравномерном отрыве; часто необходимость проведения склейки с подогревом; склонность к старению. Но имеется ряд примеров длительной эксплуатационной стойкости клеевых соединений. Клеи на основе кремнийорганических и неорганических, полимеров обеспечивают работу до 1000°C и выше, однако большинство из них не обладают достаточной эластичностью пленки. Прочность склеивания зависит от явления адгезии, когезии и механического сцепления пленки с поверхностью склеиваемых материалов. **Адгезией** называется способность клеевой плёнки прочно удерживаться на поверхности склеиваемых материалов. Для объяснения физико-химической сущности адгезионных явлений предложены следующие теории: адсорбционная, электрическая и диффузионная. Адсорбционная теория рассматривает адгезию как чисто поверхностный процесс, аналогичный адсорбции; пленка удерживается на поверхности материала в результате действия межмолекулярных сил.

В основе электрической теории (работы *Б.В. Дерягина и Н.А. Кротовой*) лежат электрические силы. Адгезия — результат действия электростатических и ван-дер-ваальсовых сил. Электростатические силы определяются двойным электрическим слоем, возникающим при контакте разнородных тел. Диффузионная теория, развиваемая *С.С. Воюцким*, — при образовании связи между неполярными полимерами электрический механизм адгезии невозможен, и адгезия обуславливается переплетением макромолекул поверхностных слоев в результате их взаимодиффузии. **Когезия** — собственная прочность пленки. Работа когезии — работа, затрачиваемая на преодоление сил сцепления между частицами внутри однородного тела. На клеящие свойства полимеров оказывают влияние молекулярная масса и структура макромолекул.

Прочность склейки можно повысить путем механического сцепления пленки клея с шероховатой поверхностью материала; для этого перед склейкой поверхности деталей часто фрезеруют или зачищают наждачной бумагой. Полярные материалы требуют применения полярных клеев. Адгезионные свойства металлов различны. По мере убывания этих свойств металлы можно расположить в следующем порядке: сталь, бронза, алюминиевые сплавы, медь, железо, латунь. При склеивании пластиков лучшим клеем является раствор или расплав этого же пластика. Если пластики неполярны и не растворяются в растворителях (таких как полиэтилен, фторопласт-4, полипропилен), то характер их поверхности изменяют механическим или химическим путем.

В состав клеящих материалов входят: пленкообразующее вещество — основа клея, которое определяет адгезионные, когезионные свойства клея и основные физико-механические характеристики клеевого соединения; растворители, создающие определенную вязкость клея; пластификаторы для устранения усадочных явлений в пленке и повышения ее эластичности.

75. КЛАССИФИКАЦИЯ КЛЕЕВ

Клеи классифицируют по ряду признаков. Различают следующие клеи по пленкообразующему веществу — смоляные и резиновые; по адгезионным свойствам — универсальные, склеивающие различные материалы (например, клеи БФ) и с избирательной адгезией (белковые, резиновые); по отношению к нагреванию — обратимые (термопластичные) и необратимые (термостабильные) пленки; по условиям отверждения — холодной склейки и горячей склейки; по внешнему виду — жидкие, пастообразные и пленочные; по назначению — конструкционные силовые и несиловые. Чаще используют классификацию по пленкообразующему веществу. Смоляные клеи могут быть терморезистивными и термопластичными.

Терморезистивные смолы (фенолоформальдегидные, эпоксидные и др.) дают прочные, термостойкие пленки, применяемые для склейки силовых, конструкций из металлов и неметаллических материалов.

Клеи на основе **термопластичных смол** (поливинилацетата, акрилатов и др.) имеют невысокие прочностные характеристики, особенно при нагревании, и применяются для несилowych соединений неметаллических материалов.

Резиновые клеи, в которых основным пленкообразующим является каучук, отличаются высокой эластичностью и применяются для склеивания резины с резиной или резины с металлами.

В качестве пленкообразующего вещества в основном применяют синтетические смолы, а также каучуки. Наилучшие показатели достигаются при применении в качестве пленкообразующего вещества полярных терморезистивных смол (фенолоформальдегидной, эпоксидной и др.). Растворителями служат спирты, ацетон, бензин, а наполнителями — порошки, волокна, ткани. В термостойкие клеи в качестве наполнителей вводят алюминий (порошкообразный), Al_2O_3 и SiO_2 .

Металлические порошки повышают теплопроводность клеевых соединений, а серебро, медь, никель и графит сообщают пленке токопроводимость.

Конструкционные смоляные и резиновые клеи

В качестве пленкообразующих веществ группы смоляных клеев применяют Терморезактивные смолы, которые отверждаются в присутствии катализаторов и отвердителей при нормальной, или повышенной температуре. Клеи холодной склейки, как правило, обладают недостаточной прочностью, особенно при повышенных температурах. При горячей склейке 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 борорганические соединения, по свойствам они близки к ароматическим системам. В настоящее время созданы карборансодержащие фенольные, эпоксидные, кремнийорганические и другие клеи.

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

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

Феноло-каучуковые композиции являются эластичными теплостойкими пленками с высокой адгезией к металлам. К этому виду относятся клеи ВК-32-200, ВК-3, ВК-4, ВК-13 и др. Клеевые соединения теплостойки, хорошо выдерживают циклические нагрузки, благодаря эластичности пленки обеспечивается прочность соединения при неравномерном отрыве.

76. СОСТАВ И РАЗНОВИДНОСТИ КЛЕЕВ

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

Более теплостоек клей ВС-10Т, который отличается характеристиками длительной прочности, выносливости и термостабильности при склеивании металлов и теплостойких неметаллических материалов.

Фенолокремнийорганические клеи содержат в качестве наполнителей асбест, алюминиевый порошок и др. Клеи являются термостойкими, они устойчивы к воде, обладают хорошей вибростойкостью и длительной прочностью, Клеи ВК-18 и ВК-18М способны работать при температуре 500-600°C, Клей ВК18М при меняют для склеивания инструментов. Он позволяет увеличить стойкость инструмента в 1,5-4 раза.

Клей на основе эпоксидных смол. Отверждение клеев происходит при помощи 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. К клеям холодного отверждения относятся Л-4, ВК-9, КЛН-1, ВК-16, ЭПО. Эпоксидные клеи горячего отверждения ВК-32-ЭМ, К-153, ФЛ-4С, ВК1 и иные являются конструкционными силовыми клеями. Их применяют для склеивания металлов, стеклопластиков, ферритов, керамики. Клеи ВК-1 и ФЛ-4С используют в клеесварных соединениях. Эпоксиднокремнийорганические клеи ТКМ-75, ТКС75, Т-73 применяют для приклеивания режущих частей при изготовлении инструментов. Для всех эпоксидных клеев характерны хорошая механическая прочность, атмосферостойкость, устойчивость к топливу и минеральным маслам, высокие диэлектрические свойства. Полиуретановые клеи, их композиции могут быть 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 (полярные группы NHCO), хорошей вибростойкостью и прочностью при неравномерном отрыве, стойкостью к нефтяным топливам и маслам.

Представителями полиуретановых клеев являются ПУ-2, ВК-5, ВК-11, лейконат. Такие клеи токсичны. Клеи, модифицированные карборансодержащими соединениями, обладают высокой термостойкостью. Клей ВК-20 длительно выдерживает температуру 350-400°C и кратковременно — температуру 800°C, имеет высокую длительную прочность.

Клеи на основе кремнийорганических соединений являются термостойкими. Кремнийорганические полимеры не обладают высокими адгезионными свойствами вследствие блокирования полярной цепи Si — O органическими неполярными радикалами, поэтому часто эти соединения совмещают с другими смолами. Многие клеи содержат минеральные наполнители. Клеи ВК-2, ВК-8, ВК-15 и иные отверждаются при высокой температуре. Клеи устойчивы к маслу, бензину, обладают высокими диэлектрическими свойствами, не вызывают коррозии металлов и применяются для склейки легированных сталей, титановых сплавов, стекло- и асбопластиков, графита, неорганических материалов. Клеи на основе поликарборансилоксанов обладают стойкостью к термоокислительной деструкции, способны длительно работать при температуре 600°C, кратковременно — при температуре 1200°C, имеют высокую адгезию к различным материалам.

Клеи на основе гетероциклических полимеров — полибензимидазольные и полиамидные клеи обладают прочностью и высокой стойкостью к термической, термоокислительной и радиационной деструкции.

77. РЕЗИНОВЫЕ КЛЕИ И СВОЙСТВА КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИИ

Клеевые соединения могут работать в течение сотен часов при температуре 300°C , а также при криогенных температурах. Полибензимидазольный клей выпускают под маркой ПБИ-1 К, полиимидный — СП-6. Этими клеями можно склеивать коррозионностойкие стали, титановые сплавы, стеклопластики и различные композиционные материалы.

Еще более теплостойкие клеи (фосфатные, силикатные, керамические, металлические) получают на основе неорганических соединений. Некоторые из них могут выдерживать температуру до 3000°C . Однако по прочности они уступают смоляным клеям.

Алюмохромсиликатофосфатные композиции обеспечивают достаточную прочность соединения при температуре $1250\text{-}1500^{\circ}\text{C}$.

Резиновые клеи. Резиновые клеи предназначены для склеивания резины с резиной и для крепления резины к металлу, стеклу и др. Резиновые клеи представляют собой растворы каучуков или резиновых смесей в органических растворителях.

В состав клеев горячей вулканизации входит вулканизирующий агент. Склеивание проводят при температуре вулканизации 140-150°C. Соединение получается прочным, подчас не уступающим по прочности цельному материалу.

При введении в состав клеевой композиции активаторов и ускорителей получают самовулканизирующийся клей (процесс вулканизации протекает при нормальной температуре). Для увеличения адгезии вводят синтетические смолы (примером такой композиции является клей 88Н). Соединение получается достаточно прочное. Недостатком клея 88Н является нестойкость пленки к керосину, бензину и минеральным маслам. Клей 88НП образует соединение, стойкое к морской воде. Хорошей склеивающей способностью и стойкостью к действию масел и топлив обладают клеи 9М-35Ф, ФЭН-1 и др.

В случае необходимости склеивания теплостойких резин на основе кремнийорганического каучука и приклеивания их к металлам применяют клеи, содержащие в своем составе кремнийорганические смолы (клеи КТ-15, КТ-30, МАС-1В). Клеевые соединения могут работать при температурах от -60°C до $200-300^{\circ}\text{C}$.

Клей-герметик «Виксинт» применяется для склеивания резин, стекла; полиамидной пленки, стеклянных тканей.

Свойства клеевых соединений

Клеевые соединения наиболее эффективно работают на сдвиг ($\tau = 0,6-3$ кгс/мм²). В клеевых соединениях могут происходить равномерный и неравномерный отрыв и отдираание (отслаивание) у кромки шва.

В случае неравномерного отрыва прочность соединения в несколько раз меньше, чем при равномерном отрыве. При сжатии прочность клея больше в 10-100 раз, чем при растяжении.

Прочность склейки существенно зависит от температуры, причем большое влияние оказывают вид клея и характер напряженного состояния.

Коэффициент Пуассона клея $\mu = 0,3$; модуль сдвига $G = 0,38E$; модуль упругости $E = 200-400$ кгс/мм²; удлинение отвержденной пленки — около 3,5%.

Теплостойкость клеев различна. Фенолокаучуковые и эпоксидные клеи работают длительно (до 30 000 ч) при температуре 150°C и выше. Полихроматические и элементоорганические клеи выдерживают температуру 200-400°C в течение 2000 ч; карборансодержащие клеи — до 600°C в течение сотен часов. Клеящие материалы со временем стареют. В условиях эксплуатации и при хранении склеенных изделий наступает охрупчивание клея, которое протекает тем быстрее, чем выше температура. Увеличение жесткости клея вызывает возрастание концентрации напряжений, вследствие чего прочность падает. Наиболее высокой термостабильностью обладают полиамидные и полибензимидазольные клеи. Некоторые клеи при действии переменных температур теряют 8-20% прочности.

Выносливость — число циклов до разрушения клеевого шва—зависит от вида клея. В среднем при несимметричном цикле нагрузки число циклов нагружения равно 106-107.

78. ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ И КРОВЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ БИТУМОВ И ПОЛИМЕРОВ. ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Гидроизоляционные и кровельные материалы подразделяют на эмульсии, пасты, мастики. В зависимости от входящих в состав гидроизоляционных и кровельных материалов вяжущих веществ их подразделяют на битумные, полимерные, полимерно-битумные.

Гидроизоляционные материалы

Эмульсии — дисперсные системы, состоящие из двух не смешивающихся между собой жидкостей, одна из которых находится в другой в мелко раздробленном состоянии. Для приготовления эмульсии применяют слабые водные растворы поверхностно-активных веществ или тонкодисперсные твердые порошки — эмульгаторы, которые понижают поверхностное натяжение между битумом и водой, способствуя более мелкому его раздроблению. В качестве эмульгаторов используют олеиновую кислоту, концентраты сульфитно-спиртовой барды, асидол. Эмульсии используют в качестве грунтовок и покрытий, наносят в холодном состоянии на сухую или сырую поверхность послойно.

Пасты готовят из смеси эмульгированного битума и тонкомолотых минеральных порошков (негашеной или гашеной извести, высокопластичных или пластичных глин). Их применяют в качестве грунтовок и покрытий для внутренних слоев гидроизоляционного ковра.

Кровельные материалы

Пергамин — беспокровный материал, получаемый путем пропитки кровельного картона мягкими нефтяными битумами. Его применяют как подкладочный материал.

Толь получают путем пропитки кровельного картона каменноугольными или сланцевыми дегтевыми материалами и последующей посыпки его одной или двух сторон минеральным порошком, используют при устройстве кровель.

Отделочные материалы

Отделочные материалы используют для создания покрытий поверхностей строительных изделий, конструкций и сооружений в целях защиты их от вредного внешнего воздействия, придания им эстетической выразительности, улучшения гигиенических условий в помещении.

К отделочным материалам относят готовые красочные составы, вспомогательные материалы, связующие материалы, рулонные отделочные материалы, пигменты. Красочные составы состоят из пигмента, придающего им цвет; наполнителя, экономящего пигмент, улучшающего механические свойства и увеличивающего долговечность окраски; связующего, соединяющего частицы пигмента и наполнителя между собой и с окрашиваемой поверхностью. После высыхания красочные составы образуют тонкую пленку. Кроме основных компонентов, при необходимости в красочные составы вводят разбавители, загустители и другие добавки.

Пигменты — это тонко измельченные цветные порошки, не растворимые в воде и органических растворителях, но способные равномерно смешиваться с ними, передавая красочному составу свой цвет.

К белым пигментам относят мел, воздушную строительную известь. Мел используют в виде тонко измельченного порошка, из которого приготавливают различные водоразбавляемые (водные) красочные составы, грунтовки, шпатлевки и пасты.

Известь воздушную строительную используют в качестве пигмента и связующего материала для приготовления красочных составов, шпатлевок и мастик.

К черным пигментам относят сажу газовую канальную, двуокись марганца, чернь.

Сажа газовая канальная образуется при сжигании различных масел, нефти, смолы при ограниченном доступе воздуха. Ее используют для приготовления неводных красочных составов.

Двуокись марганца встречается в природе в виде минерала и пиролюзита. Ее используют для приготовления водных и неводных красочных составов.

79. СЕРЫЕ. КРАСНЫЕ ПИГМЕНТЫ. ОЛИФЫ И ЭМУЛЬСИИ. ПОЛИМЕРНЫЕ ТРУБЫ

К серым пигментам относят графит и цинковую пыль.

Графит — природный материал серовато-черного цвета с жирным металлическим блеском. Его используют для приготовления красочных составов и натирки поверхности железных предметов, подвергающихся нагреванию, отчего она получает вид полированной.

Цинковая пыль — механическая смесь окиси цинка с металлическим цинком. Ее используют для приготовления неводных красочных составов.

К красным пигментам относят сурик железный сухой, мумию природную и искус.

Сурик железный сухой получают из железной руды, содержащей окись железа. Это очень прочный пигмент с высокими антикоррозионными свойствами и светостойкостью. Его выпускают в виде тонко измельченного порошка кирпично-красного цвета и используют для приготовления клеевых составов, эмалей и масляных красок.

Мумия природная — тонко измельченная глина, окрашенная окислами железа в коричнево-красный цвет различных оттенков. Ее используют для приготовлений водных и неводных красочных составов.

Мумия искусственная — тонко измельченный порошок керамического изделия ярко-красного цвета.

К желтым пигментам относят охру сухую, крон свинцовый сухой и сиену природную.

Охру сухую получают из глины, окрашенной окислами железа. Используют для приготовления всех видов красок, применяемых при окрашивании деревянных и металлических поверхностей.

Сиену природную получают из глины, содержащей большое количество окиси железа (70%) и кремнезема.

Существуют также зеленые, синие, коричневые и иные пигменты.

Олифы и эмульсии

Олифу натуральную льняную и конопляную получают соответственно из льняного и конопляного сырого масла путем варки его при 200-300°C и обработки воздухом с введением ускорителя высыхания (сиккатива). Ее используют для приготовления красочных составов, грунтовок и в качестве самостоятельного материала для малярных работ при наружной и внутренней окраске деревянных и металлических конструкций.

Эмульсия ВМ состоит из натуральной олифы, бензола, животного плиточного клея, известкового 50%-ного теста и воды. Ее используют для разведения густотертых красок.

Эмульсию МВ приготавливают из смеси 10%-ного раствора животного клея, щелочи (сода, бура, поташа) и натуральной олифы. Ее применяют при окрашивании внутри помещений штукатурки, древесины.

Лакокрасочные составы

Масляные краски — различные белила и цветные красочные составы, приготовленные на натуральных или комбинированных олифах с различными добавками, доведенные до малярной консистенции.

Полимерные трубы

Трубы из полимерных материалов широко применяют при строительстве напорных трубопроводов (подземных и надземных), оросительных систем, закрытого дренажа, трубчатых гидротехнических сооружений.

В качестве материала для изготовления полимерных труб используют полиэтилен, винипласт, полипропилен, фторопласт. Полиэтиленовые трубы изготавливают методом непрерывной шнековой экструзии (это непрерывное выдавливание полимера из насадки с заданным профилем). Полиэтиленовые трубы морозостойки, что позволяет эксплуатировать их при температурах от -80°C до $+60^{\circ}\text{C}$.

Гидротехнические сооружения, работающие в условиях агрессивной среды, действия больших скоростей и твердого стока, защищают специальными покрытиями, или облицовками. С целью предохранения сооружений от этих воздействий, увеличения их долговечности используют полимерные мастики, полимерные бетоны, полимербетоны, полимеррастворы.

80. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ И ИХ ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА

Строительные материалы и изделия, применяемые при строительстве, реконструкции и ремонте различных Зданий и сооружений, делятся на природные и искусственные.

В свою очередь природные и искусственные материалы подразделяются на две основные категории.

К первой категории относят: кирпич, бетон, цемент, лесоматериалы и др. Их применяют при возведении различных элементов зданий (стен, перекрытий, покрытий, полов).

Ко второй категории относятся материалы специального назначения: гидроизоляционные, теплоизоляционные, акустические и др.

Основными видами строительных материалов и изделий являются: каменные природные строительные материалы из них: вяжущие материалы неорганические и органические; лесные материалы и изделия из них; металлические изделия.

В зависимости от назначения, условий строительства и эксплуатации зданий и сооружений подбираются соответствующие строительные материалы, которые обладают определенными качествами и защитными свойствами от воздействия на них различной внешней среды. Учитывая эти особенности, любой строительный материал должен обладать определенными строительными-техническими свойствами.

Например, материал для наружных стен зданий должен обладать наименьшей теплопроводностью при достаточной прочности, чтобы защищать помещение от наружного холода; материал сооружения гидромелиоративного назначения — водонепроницаемостью и стойкостью к попеременному увлажнению и высыханию; материал для покрытия дорог (асфальт, бетон) должен иметь достаточную прочность и малую истираемость, чтобы выдерживать , нагрузки от транспорта.

Свойство — характеристику материала, проявляющаяся в процессе его обработки применении или эксплуатации. **Качество** — совокупность свойств материала, обуславливающих его способность удовлетворять определенным требованиям в соответствии с его назначением.

Свойства строительных материалов и изделий классифицируют на четыре основные группы:

- 1) физические;
- 2) механические;
- 3) химические;
- 4) технологические и др.

К химическим свойствам относят способность материалов сопротивляться действию химически агрессивной среды, вызывающему в них обменные реакции, приводящие к разрушению материалов, изменению своих первоначальных свойств: растворимость, коррозионная стойкость, стойкость против гниения, твердение.

Физические свойства: средняя, насыпная, истинная и относительная плотность; пористость, влажность, влагоотдача, теплопроводность.

Механические свойства: пределы прочности при сжатии, растяжении, изгибе, сдвиге, упругость, пластичность, жесткость, твердость.

Технологические свойства: удобоукладываемость, теплоустойчивость, плавление, скорость затвердевания и высыхания.

Полимерные мастики

Гидротехнические сооружения, работающие в условиях агрессивной среды, защищают специальными покрытиями, или облицовками. С целью предохранения сооружений от этих воздействий используют полимерные мастики. **Полимерные мастики** предназначены для создания защитных покрытий, предохраняющих конструкции и сооружения от воздействия механических нагрузок, истирания, перепадов температур, радиации, агрессивной среды.

81. ЛАКИ И ПОЛИТУРЫ

Покрытие древесины лаковыми составами и политурами называется прозрачной отделкой в отличие от непрозрачной — грунтовки, окраски эмалями, масляными красками и т.п.

Лаками называют растворы пленкообразующих веществ в растворителях с добавлением в случае необходимости пластификаторов — для ликвидации излишней хрупкости лаковой пленки, красителей — для придания цвета или оттенка, катализаторов и ускорителей — для ускорения пленкообразования. К лаковым покрытиям предъявляют следующие основные требования: хорошая адгезия к поверхности древесины, достаточная твердость и эластичность, свето-, влаго- и теплостойкость. Лак должен хорошо наноситься распылением в серийном производстве и хорошо ложиться на поверхность при ручном нанесении. Покрытие должно легко шлифоваться, разравниваться и полироваться.

Лаки классифицируют по пленкообразующему веществу на три основных вида:

- масляные;
- смоляные;
- эфироцеллюлозные.

Смоляные лаки делят на две группы, в одной из которых пленка образуется за счет улетучивания растворителя, в другой — за счет образования нового вещества в результате химической реакции.

Масляные и смоляные лаки с протекающими химическими реакциями (типа полиэфиров) в производстве щипковых инструментов применения не нашли. Основными лаковыми покрытиями являются растворы смол органического и синтетического происхождения, а также нитроцеллюлозные лаки (типа НЦ).

Политурами называют жидкие лаки, в которых концентрация пленкообразующих веществ не превышает 14-15%. Они дают значительно более тонкие пленки, создавая покрытия с высоким блеском. Основными смолами естественного происхождения, входящими в состав лаков, являются следующие.

Канифоль (или гаркиус). Является составной частью лаков, применяемых в музыкальной промышленности. Имеет вид твердой стекловидной массы желтого цвета. Размягчается от температуры руки, плавится при температуре 50-6СГС.

Канифоль получают из хвойных пород дерева. На коре делают надрезы и собирают вытекающую массу (живицу). Путем отгонки из живицы получают скипидар и канифоль.

Копалы. Применяют при изготовлении копаловых лаков. Лучшими качествами обладает лак, изготовленный из восточно-африканских копалов. Лак — ископаемое. Извлеченный из земли, покрыт плотной коркой. Бывают копалы бразильские, новозеландские, индийские и др.

Сандарак. Это смола тропических растений Африки и Австралии. Собирают сок растений. После высушивания он приобретает вид продолговатых зерен со стекловидным изломом. Сандарак идет на изготовление лака, недостатком которого являются невысокие механические свойства.

Шеллак. Основной вид смол, из которых получают высококачественные лаки и политуры. Положительными свойствами таких лаков и политур являются высокая прочность и хороший блеск покрытия.

Шеллачную политуру получают, растворяя шеллак в этиловом спирте в тех же пропорциях, что и при изготовлении лака. В весовых частях это составляет 14% шеллака и 86% спирта. В герметично закрытой посуде раствор оставляют на 3-4 суток в темном месте при комнатной температуре. По прошествии этого времени рекомендуют тщательно перемешать выпавший осадок т.н. шеллачного воска и вновь оставить на 3-4 суток.

Коллоксилин. Широко применяемые в настоящее время нитроцеллюлозные лаки имеют основой коллоксилин. Коллоксилин, или нитроцеллюлозу, получают при обработке целлюлозы смесью азотной и серной кислот. Коллоксилин растворяется в органических растворителях (ацетоне, толуоле и пр.).

82. ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Общие сведения, состав и классификация лакокрасочных материалов.

Лакокрасочные материалы принадлежат к группе пленкообразующих материалов. После нанесения в жидком состоянии на окрашиваемые поверхности они образуют пленки. Высохшие пленки называются **покрытиями**. Лакокрасочные материалы предназначены для защиты металлов от коррозии, а неметаллических материалов (древесины, пластмасс и т.д.) от увлажнения и загнивания; они сообщают поверхности специальные свойства (электроизоляционные, теплозащитные и др.) и придают изделиям декоративный внешний вид. Защита изделий от влияния внешней среды лакокрасочными покрытиями является наиболее доступной и широко применяется в машиностроении. С помощью защитных покрытий срок эксплуатации аппаратуры, оборудования различных металлоконструкций увеличивается в несколько раз. К лакокрасочным материалам предъявляются определенные требования, как-то:

- 1) высокая адгезия к защищаемым поверхностям;
- 2) теплостойкость и химическая устойчивость;
- 3) водонепроницаемость, светостойкость, гладкость, твердость и эластичность пленки;
- 4) хорошие защитные свойства.

Состав и классификация лакокрасочных материалов. Компонентами лакокрасочных материалов являются пленкообразующие вещества, смолы для увеличения адгезии, придания пленке твердости и блеска, растворители (скипидар, спирты, ацетон) и разбавители (бензол) для растворения пленкообразующего и других компонентов; пластификаторы (дибутилфталат и др.), сохраняющие эластичность покрытия, снижающие его воспламеняемость и улучшающие морозостойкость; отвердители терморезактивных пленкообразующих (амины), пигменты и красители, придающие определенный цвет и обладающие защитными свойствами, наполнители (тальк, каолин) для повышения вязкости материала и снижения блеска покрытия, специальные добавки для тропикостойкости, стабилизации свойств.

В качестве пленкообразующих веществ применяют в основном синтетические смолы, эфиры целлюлозы, реже — высыхающие растительные масла.

По составу лакокрасочные материалы делят на лаки; эмали, грунты, шпатлевки. По пленкообразующему веществу они могут быть смоляными, эфирцеллюлозными (нитроцеллюлозными и этилцеллюлозными) и маслосодержащими (битумными, канифольными). Лаки являются растворами пленкообразующих веществ в растворителях, иногда с добавками пластификаторов, ускорителей, стабилизаторов (в составе лака, обязательно присутствует смола). Лаки предназначены для защиты поверхности изделия от воздействия внешней среды. Эмали состоят из лака и пигмента. Для получения не гляцевых, а матовых покрытий в эмали вводят наполнитель. Пигменты придают эмали цвет и некоторые специфические свойства, например белые пигменты (ZnO , TiO_2)—атмосферостойкость и водоупорность; алюминиевая пудра—стойкость к действию влаги и ультрафиолетовых лучей; сажа — токопроводимость и т.д.

Грунты защищают металл от коррозии и увеличивают адгезию последующих слоев. В состав грунта входят лак и пигмент, обладающий защитными свойствами.

В зависимости от вида пигмента грунты подразделяют на следующие группы: содержащие соли хромовой кислоты, цинковый и стронциевый крон (образующие окисные пленки на металле); содержащие свинцовый или железный сурик (пассивирующие грунты); содержащие цинковую пыль (протекторные грунты) и инертные пигменты (соединения титана и т.д.), создающие изолирующие покрытия. Хроматные грунты применяют для защиты магниевых и алюминиевых сплавов. Свинцовый сурик образует на поверхности металла гидрат закиси железа. Эти грунты применяются для защиты стальных деталей. Защитное действие цинка основано на его более электроотрицательном потенциале по отношению к железу.

83. ШПАТЛЕВКИ И ДРУГИЕ ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Шпатлевки предназначены для выравнивания неровностей на поверхности изделия перед окраской. В их состав входят лак, пигмент и наполнитель. Шпатлевки наносят на предварительно загрунтованную поверхность.

Для надежной защиты поверхности изделий в большинстве случаев применяют многослойное покрытие, состоящее из слоев разного назначения, называемое системой покрытия.

Непосредственно на деталь наносится грунт, затем шпатлевка, далее следуют эмаль и покровный лак. Число слоев обычно составляет 2-6, а иногда и 14.

Из термопластичных смоляных материалов получили широкое распространение перхлорвиниловые и акриловые. Перхлорвиниловые эмали (ХВ, ХС) применяют для окраски металлов, древесины, бетона. Покрытия негорючи, водостойчивы, химически стойки, могут работать в контакте с минеральным маслом и топливом, имеют хорошие электроизоляционные свойства. Недостатки покрытий: невысокая адгезия к металлам, отсутствие глянца, низкая теплостойкость (60-90°С), неприятный запах.

Материалы на основе акриловых смол термопластичны, но более теплостойки и дают покрытия эластичные, стойкие к ударным нагрузкам, с хорошей адгезией к металлам. Акриловые эмали (АК и АС) могут работать в условиях влажности 98-100% при температуре 55-60°C. При нанесении на эпоксидный грунт покрытие сохраняет защитные свойства в течение 3-6 лет.

Покрытия на основе терморезактивных смол. Алкидные материалы вырабатывают на основе глифталевой (ГФ) и пентафталевой (ПФ) смол, часто модифицированных растительными маслами. Покрытия обладают высокой твердостью, прочностью, удовлетворительной адгезией к различным материалам. При введении алюминиевой пудры покрытия выдерживают длительно температуру 120°C и кратковременно температуру до 300°C. К недостаткам алкидных покрытий относятся склонность к старению, недостаточная устойчивость к условиям тропического климата и щелочным средам.

Эпоксидные лакокрасочные материалы на основе эпоксидных смол и их модификаций с различными отвердителями дают покрытия ЭП, обладающие хорошей адгезией к металлам и неметаллическим материалам, значительной твердостью, химической стойкостью к различным средам, в т.ч. к щелочным, и высокими электроизоляционными свойствами. Покрытия при сушке не дают усадки и стойки к колебаниям температуры.

Полиэфирным покрытиям присущи большая твердость, сильный блеск, удовлетворительная прочность на истирание. Однако они плохо сопротивляются ударным нагрузкам и малоэластичны; используются главным образом при окраске деревянных и бетонных поверхностей; адгезия полиэфирных лаков к металлам невысока. Полиуретановые лаки, эмали, грунты имеют очень хорошую адгезию к различным материалам, хорошо сопротивляются истиранию, эластичны, атмосферостойкие, газонепроницаемы, могут работать в контакте с водой, маслами, бензином и растворителями, являются хорошими диэлектриками. Недостатком этих материалов, ограничивающим их применение, является токсичность.

Наиболее теплостойки лакокрасочные материалы на основе кремнийорганических полимеров. Покрытия стойки к влаге, окислению, озону, солнечному свету и радиации, химически инертны, хорошие диэлектрики. Однако они имеют невысокую адгезию к различным материалам и требуют горячей сушки (200°C). Кремнийорганические лаки и эмали используют в основном в качестве электроизоляционных материалов. Модифицированные кремнийорганические лаки и эмали защищают металлические поверхности от длительного воздействия высоких температур. Полиамидные покрытия теплостойки, выдерживают тепловые удары от -196 до + 340°C. Покрытия прочные, устойчивы к воздействию растворителей и кислот, стойки к радиации и обладают диэлектрическими свойствами.

84. КОАГУЛЯЦИОННЫЕ (ОРГАНИЧЕСКИЕ) ВЯЖУЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

Растворы и бетоны на их основе

Органические вяжущие материалы, применяемые при устройстве гидроизоляции, при изготовлении гидроизоляционных материалов и изделий, а также гидроизоляционных и асфальтовых растворов, асфальтобетонов, подразделяют на битумные, дегтевые, битумнодегтевые. Они хорошо растворяются в органических растворителях (бензине, керосине), обладают водонепроницаемостью, способны при нагревании переходить из твердого состояния в пластичное, а затем жидкое, имеют высокую прилипаемость и хорошее сцепление со строительными материалами (бетоном, кирпичом, деревом).

Битумные материалы

Битумы подразделяют на природные и искусственные. В природе чистые битумы встречаются редко. Обычно битум добывают из горных осадочных пористых пород, пропитанных им в результате поднятия нефти из нижележащих слоев. Искусственные битумы получают при переработке нефти, в результате отгонки из ее состава газов (пропана, этилена), бензина, керосина, дизельного топлива. Природный битум — твердое вещество или вязкие жидкости, состоящие из смеси углеводородов.

Асфальтовые породы — горные породы, пропитанные битумом (известняки, доломиты, песчаники, пески и глины). Битум извлекают из них нагревом. Также эти породы применяют в молотом виде (асфальтовый порошок). Асфальтиты — породы, состоящие из твердого природного битума и иных органических веществ, не растворимых в сероуглероде.

Дегтевые материалы

Деготь получают при сухой перегонке (нагревании при высоких температурах без доступа воздуха) каменного или бурого угля, торфа, древесины. В зависимости от исходного сырья деготь подразделяют на каменноугольный, буроугольный, торфяной, древесный.

Каменноугольный деготь — вязкая темно-бурая или черная жидкость, состоящая из углеводородов. **Каменноугольный пек** — твердое вещество черного цвета, получаемое после отгонки из дегтя почти всех масляных фракций. Каменноугольный деготь, пек при нагревании или растворении образуют ядовитые пары, поэтому при работе с ними необходимо соблюдать осторожность.

Асфальтовые растворы

Асфальтовые растворы применяют при устройстве гидроизоляционных штукатурок и покрытий, тротуаров, полов. Они могут быть горячими (литыми) и холодными. Состав асфальтовых растворов подбирают в зависимости от условий эксплуатации их в сооружениях.

Холодный асфальтный раствор изготавливают из смеси нефтяных битумов (5-10%) с добавкой растворителя (бензола), порошкообразного минерального наполнителя (известняка, доломита) и чистого сухого песка, замешанной в специальных растворомешалках с разогревом до 110-120°C. Твердение холодного асфальтового раствора происходит вследствие испарения растворителя.

Горячий асфальтовый раствор изготавливают из смеси битума (или дегтя, пека), порошкообразного минерального наполнителя и песка. Смесь составляющих горячего асфальтового раствора перемешивают в специальных мешалках с разогревом до 120- 180°C. Асфальтовый раствор укладывают слоями в горячем состоянии с укаткой каждого слоя катками.

Асфальтобетоны

Асфальтобетоны готовят на специализированных асфальтовых заводах или установках, в зависимости от назначения их подразделяют на дорожный, для устройства полов; в зависимости от состава — на битумный и дегтевый; в зависимости от температуры укладки — на холодный и горячий. Холодный асфальтобетон укладывают слоями на сухие или слегка влажные поверхности с легкой укаткой катками. Изготавливают его из смеси жидких битумов, растворителей, порошкообразного минерального наполнителя (известняка, песка), чистого щебня и песка путем смешивания и нагрева.



**Осмотрщики – ремонтники вагонов
ВСЁ видят
и не допустят к следованию в поездах
неисправных вагонов!!!**

