

**Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации**

**ФГБОУ ВО Ульяновский ГУ**

А.А. Глущенко

# **КОНСТРУКЦИОННЫЕ И ЗАЩИТНО-ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

(учебное пособие)

**Ульяновск - 2019**

УДК 631.113

Г 55

ББК 39.33

Конструкционные и защитно-отделочные материалы: учебное пособие для студентов инженерно-физического факультета высоких технологий/ Составитель: А.А. Глущенко. – Ульяновск: УлГУ, 2019. – 316 с.

Рецензенты: Хусаинов Альберт Шамильевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Проектирование и сервис автомобилей» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»

Пособие содержит организационно-методический раздел, глоссарий, лекционный курс, краткие сведения о классификации, ассортименте и показателях конструкционных, защитно-отделочных материалах, применяемых в автомобиле- и тракторостроении, практические работы, экзаменационную программу и примерные тесты по дисциплине.

Учебное пособие предназначено для подготовки студентов по направлению подготовки 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства и аспирантов по профилю 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы, а также может быть полезно для инженерно-технических работников и научных организаций.

*Рекомендовано к введению в образовательный процесс Ученым советом Инженерно-физического факультета высоких технологий УлГУ (протокол № 11от 18 июня 2019 г.).*

© Глущенко А.А. 2019

©ФГБОУ ВО Ульяновский ГУ, 2019

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие научно-технического прогресса неотрывно связано с ужесточением условий и режимов работы автомобилей и тракторов в сельскохозяйственном производстве. Интенсификация эксплуатации машин сопровождается увеличением режимов скоростного, силового и температурного нагружения деталей и сборочных единиц машин различного назначения. Для обеспечения высокого ресурса работы и технико-эксплуатационных показателей машин существующие материалы заменяются новыми, имеющими более высокие физико-механические и эксплуатационные свойства.

В связи с этим стремительно развивается внедрение инновационных и композитных материалов, улучшающих эксплуатационные характеристики деталей и узлов машин и существенно снижающие стоимость их производства. Современные полимерные композиты, а также конструкции и изделия из них находят во всем мире широкое применение в автомобиле- и тракторостроении благодаря таким качествам, как высокая прочность, коррозионная стойкость и низкий удельный вес. Их использование позволило решить серьезную проблему снижения веса машин, а, соответственно улучшить эксплуатационные и экологические показатели.

Автотракторная промышленность проявляет большой интерес к нанотехнологиям, обеспечивающими новые возможности значительного уменьшения веса, улучшения эксплуатационных качеств, внешнего вида и пригодности к переработке для вторичного использования. Также исследуются новые направления использования нанокompозитных материалов.

В последние годы постепенно расширяется применение в автомобилях полимеров. Область применения полимеров простирается от наружных кузовных панелей, до оптических микропереключателей, наноразмерных интеллектуальных переключателей и датчиков. Термопластические нанокompозиты, содержащие взвесь углеродных нанотрубок, стали основными композитными материалами для топливных трубопроводов, в которых полимеры заменяют традиционную сталь. Полимеры разрабатываются также для использования в наружных панелях кузова, они могут быть окрашены на тех же электростатических окрасочных линиях, что и заменяемые ими стальные детали, позволяя значительно сократить капитальные вложения в монтаж нового оборудования по сравнению со специальными окрасочными ли-

ниями для окраски пластиковых панелей. Среди основных направлений применения нанокompозитов в автомобилестроении в следующие 10 лет прогнозируется появление систем хранения водорода, топливных элементов и батарей суперконденсаторов. Эти направления окажут существенное влияние на создание новых устройств выработки и хранения электроэнергии, применяемых в автомобильной промышленности. Такое свойство нанокompозитов, как огнестойкость, также обеспечит создание новой области применения – для оформления салона автомобиля, в то время как нанокompозиты на основе биопластиков позволят пересмотреть отношение ко вторичному использованию и биоразложению материалов.

Также разрабатываются наноматериалы для моторного отсека, уменьшающие трение в движущихся частях, снижающие расход масла, продлевающие срок службы механизмов.

В настоящее время в современных автомобилях и тракторах использование неметаллических полимерных и композитных материалов составляет от 20 до 60 %.

Как видно, без изучения дисциплины "Эксплуатационные материалы" получить знания о материалах и перспективах их развития невозможно.

Кроме того, значительная часть расходов при изготовлении и особенно при эксплуатации автотранспортных средств идёт на эксплуатационные материалы и от правильного их применения зависит рентабельность предприятия. Поэтому для эффективной и грамотной деятельности специалист должен знать физико-химические, эксплуатационные и экологические свойства автотракторных эксплуатационных материалов, требования к ним, ассортимент, классификацию, отечественную и зарубежную маркировку, нормы расхода, определять вид эксплуатационного материала.

# І ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1 Цель и задачи изучения раздела

Целью освоения дисциплины «Конструкционные и защитно-отделочные материалы» является получение знаний студентами комплекса требований, предъявляемых к современным металлическим, неметаллическим и защитным материалам; их основным свойствам, влиянию этих свойств на надежность работы двигателей внутреннего сгорания и агрегатов автомобилей; рациональному применению их с учетом экономических и экологических факторов.

## 1.2 Требования к уровню освоения содержания дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен *знать*:

- свойства, ассортимент конструкционных, лакокрасочных материалов и резиновых изделий условия их рационального применения и изменения параметров в процессе использования, транспортировки и хранения;

- методику и оборудование для определения основных свойств эксплуатационных материалов, технику безопасности и противопожарные мероприятия.

*уметь*:

- проводить контроль качества, анализировать и оценивать эксплуатационные свойства специальных технических жидкостей, лакокрасочных материалов и резиновых изделий;

- организовывать выполнение мероприятий по сбору отработанных масел для регенерации;

- проводить контроль качества, анализировать и оценивать лакокрасочные материалы, клеи и резиновые изделия.

*владеть*:

- навыками нанесения шпатлёвок, грунтовок на кузовные изделия автомобилей;

- способностью обеспечивать строгое соблюдение правил техники безопасности и противопожарной безопасности при проведении работ по применению лакокрасочных материалов;

- навыками подбора и нанесения лакокрасочных материалов

## II ГЛОССАРИЙ

**Авиаль** - сплавы системы  $Al - Mg - Si$ , содержащие, кроме основных компонентов в небольших количествах (не более 0,5 %) железо, медь, титан и др. элементы.

**Акриловые материалы** - материалы на основе эфиров акриловой и метакриловой кислот.

**Антифрикционность** – способность материала прирабатываться к другому материалу.

**Баббиты** – антифрикционные материалы на основе олова и свинца.

**Бронза** - сплав меди, обычно с оловом в качестве основного компонента.

**Гексагональная плотно упакованная (ГПУ) решетка** – четырнадцать атомов расположены в вершинах и центре шестиугольных оснований призмы, а три – в средней плоскости призмы; такую решетку имеют  $Mg, Ti, Re, Zn, Hf, Be, Ca$  и другие металлы.

**Грацентрированная кубическая (ГЦК) решетка** – атомы расположены в вершинах куба и в центре каждой грани; решетку такого типа имеют  $Pb, Al, Ni, Ag, Au, Cu, Co, Fe$  и другие металлы.

**Двухкомпонентные материалы** - материалы, состоящие из основного материала и отвердителя.

**Двухслойное покрытие** - покрытие, состоящее из базисного слоя и прозрачного лака.

**Деформация** - изменение размеров и формы тела под действием внешних сил. Деформации подразделяются на упругие и пластические. Упругие деформации исчезают после окончания действия сил, а пластические остаются.

**Древесина** - органический материал растительного происхождения, представляющий собой сложную ткань древесных растений.

**Дюралюмины** - сплавы системы Алюминий + Медь + Магний (дуралюмины), которые маркируются буквой «Д».

**Иодидный титан** - титан с содержанием примесей менее 0,093 %.

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

**Керамика** - группа материалов, занимающих промежуточное положение между металлами и неметаллическими элементами.

**Композиционные материалы** – гетерофазные (состоящие из различных по физическим и химическим свойствам фаз) системы, полученные из двух и более компонентов с сохранением индивидуальности каждого отдельного компонента.

**Констант** - термостабильный сплав на основе меди (*Cu*) (около 59 %) с добавкой никеля (*Ni*) (39...41 %) и марганца (*Mn*) (1...2 %).

**Краска автомобильная** - материал, наносимый на поверхность автомобиля с целью ее декорирования и защиты от коррозии.

**Ксираллики** - пигменты, в основе которых лежит синтетический оксид алюминия, покрытый сверху пленкой оксида титана или оксида железа.

**Лак** - большая группа материалов, представляющих собой растворы пленкообразующих веществ в органических растворителях.

**Латунь** - двойной или многокомпонентный сплав на основе меди, где основным легирующим компонентом является цинк.

**Легируемыми** называют стали, в которых кроме обычных примесей и углерода содержатся специально вводимые в определённых сочетаниях легирующие элементы (хром, никель, молибден и др., а также марганец и кремний в количествах, превышающих 0,8...1,2 %).

**Манганин** - термостабильный сплав на основе меди (*Cu*) (около 85 %) с добавкой марганца (*Mn*) (11,5...13,5 %) и никеля (*Ni*) (2,5...3,5 %).

**Металлик** - это краски, в которых один из пигментов металлический. Остальные пигменты создают расцветку.

**Монель-металл, монель** - серия сплавов на основе никеля, содержит до 67 % никеля и до 38 % меди.

**Неметаллические материалы** – неорганические и органические материалы, композиционные материалы на неметаллической ос-

нове, клеи, герметики, лакокрасочные покрытия, графит, стекло, керамика и т.д.

**Неорганические материалы** - главным образом оксиды и бескислородные соединения металлов.

**Объемно-центрированная кубическая (ОЦК) решетка** – атомы расположены в вершинах и в центре куба; такую решетку имеют Na, V, Nb, Fe $\alpha$ , K, Cs, W и другие металлы.

**Органоволокниты** - композиционные материалы, состоящие из полимерного связующего и упрочнителей (наполнителей) в виде синтетических волокон.

**Отвердитель** - химическое вещество, добавляемое к лакокрасочным материалам для получения нерастворимого продукта. Отвердители вводят в материал непосредственно перед употреблением.

**Перламутровая краска** - это краска, в которой эффект достигается за счет введения в краску частиц железной слюды (минерал мусковит), покрытых тончайшими оксидными пленками.

**Пластичность** – способность материала деформироваться.

**Пластмассы** - искусственные материалы, получаемые на основе органических полимерных связующих веществ.

**Прочность** – это способность материала сопротивляться деформации и разрушению.

**Полимеры** – вещества, макромолекулы которых состоят из многочисленных элементарных звеньев (мономеров) одинаковой структуры.

**Растворитель** - органическая летучая жидкость, применяемая для перевода пленкообразователей в состояние, пригодное к нанесению на окрашиваемую поверхность, а также для регулирования вязкости лакокрасочного материала.

**Резина** - продукт специальной обработки (вулканизации) смеси каучука и серы с различными добавками.

**Свариваемость** – это способность материала образовывать неразъемные соединения требуемого качества при сварке.

**Силумин** - общее название группы литейных сплавов на основе алюминия, содержащего от 4...13 % до 23 % кремния.

**Ситаллы** - стеклокристаллические материалы, полученные объемной кристаллизацией стекол, и состоящие из одной или нескольких кристаллических фаз, равномерно распределённых в стекловидной фазе.



**Сплав** - сложное вещество, полученное сплавлением двух или нескольких элементов.

**Способ микротвердости** – используется для определения твердости отдельных структурных составляющих и фаз сплава, очень тонких поверхностных слоев (сотые доли миллиметра).

**Стекловолокниты** – это композиция, состоящая из синтетической смолы, являющейся связующим, и стекловолокнистого наполнителя.

**Твердость** – это сопротивление материала проникновению в его поверхность стандартного тела (индентора).

**Технологические свойства** - способность материала подвергаться различным способам холодной и горячей обработки.

**Трехслойное покрытие** - покрытие, состоящее из подложки, прозрачной краски и покровного лака. Роль подложки выполняет непрозрачная краска.

**«Триплекс»** - трехслойное листовое изделие, изготовленное путем склеивания двух листов неорганического стекла с помощью бесцветных органических составов и пленок, образующих внутренний (третий) слой.

**Укрывистость** - способность лакокрасочного материала закрывать подложку так, чтобы она не просвечивала при минимальной толщине пленки и равномерном ее распределении на поверхности. Определяется как расход лакокрасочного покрытия на единицу окрашиваемой поверхности и выражается в граммах лакокрасочного материала, приходящийся на один квадратный метр поверхности.

**Фейс** - тон, который виден, если смотреть на поверхность под углом 90°.

**Флоп** - тон, который виден, если смотреть на поверхность под острым углом.

**Цвет** - воспринимаемое глазом чувственное (эмоциональное) впечатление.

**Чугун** - сплав железа с углеродом и другими элементами, содержащими углерода более 2,14 %.

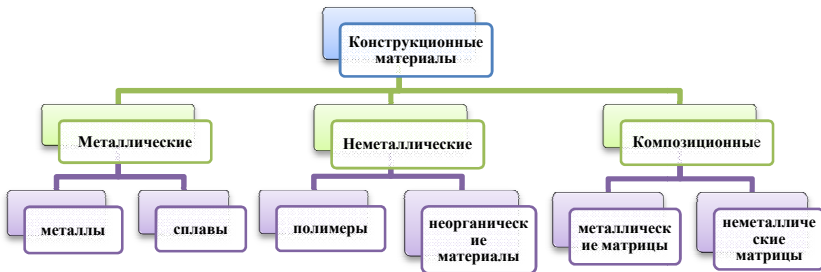
**Эффектная краска** - краска, содержащая отражающие свет металлические частицы или преломляющие свет частицы природных или синтетических минералов.

### III ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС

## 1 КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### 1.1 Классификация конструкционных материалов

Для изготовления деталей машин применяются различные материалы, называемые конструкционными. От правильного выбора конструкционного материала зависят качество, надежность, экономичность и долговечность деталей и машины в целом. Все конструкционные материалы можно разделить на металлические, неметаллические и композиционные (рис. 1).



**Рисунок 1 – Классификация конструкционных материалов**

Металлы – химические элементы, образующие в свободном состоянии простые вещества с металлической связью между атомами.

Сплавы – твердые вещества, образованные сплавлением двух или более компонентов.

Сплав образуется в результате как чисто физических процессов (растворение, перемешивание), так и в результате химического взаимодействия между элементами.

Разнообразие состава типов межатомной связи и кристаллических структур сплавов обуславливает значительное различие их физико-химических, электрических, магнитных, механических, оптических и других свойств.

Сплавы на основе железа называются черными, на основе других металлов цветными.

Неметаллические материалы – неорганические и органические материалы, композиционные материалы на неметаллической основе, клеи, герметики, лакокрасочные покрытия, графит, стекло, керамика и т.д.

Полимеры – вещества, макромолекулы которых состоят из многочисленных элементарных звеньев (мономеров) одинаковой структуры.

Неорганические материалы - главным образом оксиды и бескислородные соединения металлов.

Композиционные материалы – гетерофазные (состоящие из различных по физическим и химическим свойствам фаз) системы, полученные из двух и более компонентов с сохранением индивидуальности каждого отдельного компонента.

Композитные материалы или композиционные материалы состоят из металлической матрицы (чаще *Al*, *Mg*, *Ni* и их сплавы), упрочненной высокопрочными волокнами (волокнистые материалы) или тонкодисперсными тугоплавкими частицами, не растворяющимися в основном металле (дисперсно-упрочненные материалы). Металлическая матрица связывает волокна (дисперсные частицы) в единое целое. Волокно (дисперсные частицы) плюс связка (матрица), составляющие ту или иную композицию, получили название композиционные материалы.

Композиционные материалы с неметаллической матрицей нашли широкое применение. В качестве неметаллических матриц используют полимерные, углеродные и керамические материалы. Из полимерных матриц наибольшее распространение получили эпоксидная, фенолоформальдегидная и полиамидная.

Коксованные или пироуглеродные угольные матрицы получают из синтетических полимеров, подвергнутых пиролизу. Матрица связывает композицию, придавая ей форму. Упрочнителями служат волокна: стеклянные, углеродные, борные, органические, на основе нитевидных кристаллов (оксидов, карбидов, боридов, нитридов и других), а также металлические (проволоки), обладающие высокой прочностью и жесткостью.

В машиностроении большое применение находят различные неметаллические материалы, такие как пластмассы, резина, стекло, керамика, лакокрасочные и клеевые материалы, причем с развитием химии и новых технологий доля неметаллических материалов в машиностроении постоянно увеличивается.

Выбор пластмасс определяется назначением детали и характерной особенностью ее получения (прессование, литье и другие способы), причем особенности строения, механические и физические свойства пластмасс существенно влияют на конструкцию детали и способ ее изготовления.

Применение порошковых материалов определяется необходимостью изготовления изделий с особыми свойствами и структурой, которые недостижимы другими методами производства, либо изделий с обычным составом, структурой и свойствами, но при значительно более выгодных экономических показателях производства.

## **1.2 Строение металлических конструкционных материалов**

В природе существует две разновидности твердых тел, различающиеся по своим свойствам – кристаллические и аморфные.

Кристаллические тела характеризуются упорядоченным расположением в пространстве элементарных частиц, из которых они составлены (ионов, атомов, молекул); аморфные - хаотичным.

Металлы и сплавы – основные машиностроительные материалы, которые обладают свойствами, обусловленными их внутренним строением.

Металлы и их сплавы в твердом состоянии представляют собой кристаллические тела, в которых атомы располагаются относительно друг друга в определенном, геометрически правильном порядке, образуя кристаллическую структуру. Такое закономерное, упорядоченное пространственное размещение атомов называется кристаллической решеткой.

В кристаллической решетке можно выделить элемент объема, образованный минимальным количеством атомов, многократное повторение которого в пространстве по трем непараллельным направле-

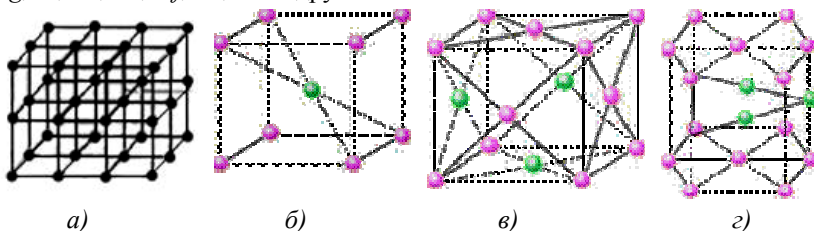
ниям позволяет воспроизвести весь кристалл. Такой элементарный объем, характеризующий особенности строения данного типа кристалла, называется элементарной ячейкой.

Наиболее распространенными среди металлов являются следующие типы решеток (рис. 2):

- объемно-центрированная кубическая (ОЦК) – атомы расположены в вершинах и в центре куба; такую решетку имеют *Na, V, Nb, Fe $\alpha$ , K, Cs, W* и другие металлы;

- гранецентрированная кубическая (ГЦК) – атомы расположены в вершинах куба и в центре каждой грани; решетку такого типа имеют *Pb, Al, Ni, Ag, Au, Cu, Co, Fe $\gamma$*  и другие металлы;

- гексагональная плотно упакованная (ГПУ) – четырнадцать атомов расположены в вершинах и центре шестиугольных оснований призмы, а три – в средней плоскости призмы; такую решетку имеют *Mg, Ti, Re, Zn, Hf, Be, Ca* и другие металлы.



**Рисунок 2 – Схемы кристаллических решеток:** а – схема кристаллической решетки; б – ячейка объемно-центрированная кубическая (ОЦК); в – ячейка гранецентрированная (ГЦК); г) – ячейка гексагональная плотноупакованная (ГПУ)

Некоторые металлы могут существовать в нескольких формах (*Ti, Co, Zr, Fe*). Это явление носит название аллотропии (полиморфизма). Так, железо при нагреве претерпевает ряд аллотропических превращений.

При температуре:

- до 728 °С железо имеет решетку ОЦК и обозначается *Fe $\alpha$* ;
- 1400...910 С имеет решетку ГЦК и обозначается *Fe $\gamma$*  (немагнитно);

- 910...768 °C – имеет решетку ОЦК и обозначают  $Fe\beta$  (немагнитно);

- более 768 °C  $Fe\beta$  превращается в магнитное  $Fe\alpha$ .

Технические металлы являются поликристаллами, т.е. состоят из большого числа анизотропных кристаллитов. В большинстве случаев кристаллиты статистически неупорядоченно ориентированы один по отношению к другому, поэтому во всех направлениях свойства более или менее одинаковы, т.е. поликристаллическое тело является изотропным.

Характерным признаком кристалла является твердое состояние до температуры плавления, причем процесс плавления происходит при постоянной температуре.

### **Строение сплавов**

Сплавом называется сложное вещество, полученное сплавлением двух или нескольких элементов. Элементы, составляющие сплав, называются компонентами сплава. В жидком состоянии сплав представляет раствор, в котором атомы одного компонента равномерно распределяются между атомами других компонентов, благодаря чему жидкий раствор обладает одинаковыми свойствами в любой своей части, как бы она ни была мала. Такие вещества называются однородными. Свойства любого жидкого раствора отличаются от свойств его компонентов, но каждый компонент оказывает влияние на характер свойств раствора. При тщательном исследовании жидких растворов оказывается, что физические, электрические и другие свойства этих растворов резко отличаются от свойств их компонентов и могут изменяться в зависимости от процентного содержания компонентов, т. е. от концентрации раствора.

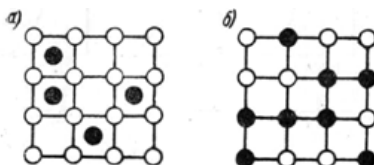
Концентрацией раствора называется отношение веса растворимого вещества к весу всего раствора. Концентрация выражается обычно в процентах. При переходе сплава из жидкого состояния в твердое могут получаться различные виды взаимодействия компонентов. Основными видами взаимодействия компонентов являются: механическая смесь, химическое соединение и твердый раствор.

Механическая смесь представляет такой вид взаимодействия компонентов, при котором в процессе кристаллизации компоненты

сплава не вступают в химическую реакцию и не растворяются один в другом, а сохраняют свои кристаллические решетки. Следовательно, структура сплава, являющегося механической смесью двух каких-либо компонентов, например, свинца и сурьмы, будет состоять из чрезвычайно мелких кристаллов свинца и кристаллов сурьмы.

В случае химического соединения взаимодействие компонентов сплава характеризуется образованием совершенно новой кристаллической решетки, не похожей на кристаллические решетки компонентов; при этом соотношение компонентов всегда будет строго определенным.

Твердый раствор отличается от механической смеси и химического соединения тем, что в нем сохраняется кристаллическая решетка металла-растворителя, в которой размещаются атомы всех компонентов сплава. Металл, кристаллическая решетка которого сохраняется после образования твердого раствора, называется растворителем. Твердые растворы могут быть двух видов: твердый раствор внедрения и твердый раствор замещения. В твердом растворе внедрения атомы растворенного вещества располагаются между атомами растворителя (рис. 3, а).



**Рисунок 3 - Решетка твердого раствора: а - внедрения; б - замещения**

В твердом растворе замещения атомы растворенного вещества частично замещают собой атомы растворителя в его кристаллической решетке (рис. 3).

### 1.3 Свойства конструкционных материалов

**Физико-механические свойства** конструкционных материалов подразделяются на:

- конструкционные;

- технологические;
- эксплуатационные.

**Конструкционные свойства.** К конструкционным свойствам относятся:

- прочность;
- упругость;
- пластичность;
- твердость;
- ударная вязкость.

Эти свойства определяют прочность и долговечность машины.

Прочность – это способность материала сопротивляться деформации и разрушению.

Деформацией называется изменение размеров и формы тела под действием внешних сил. Деформации подразделяются на упругие и пластические. Упругие деформации исчезают после окончания действия сил, а пластические остаются.

Пластичность – способность материала деформироваться. Пластичность обеспечивает конструктивную прочность деталей под нагрузкой и нейтрализует влияние концентраторов напряжений – отверстий, вырезов и т.п. При пластическом деформировании металла одновременно с изменением формы изменяется ряд свойств, в частности при холодном деформировании повышается прочность, но снижается пластичность.

Большинство механических характеристик материалов определяют в результате испытания образцов на растяжение (ГОСТ 1497-84).

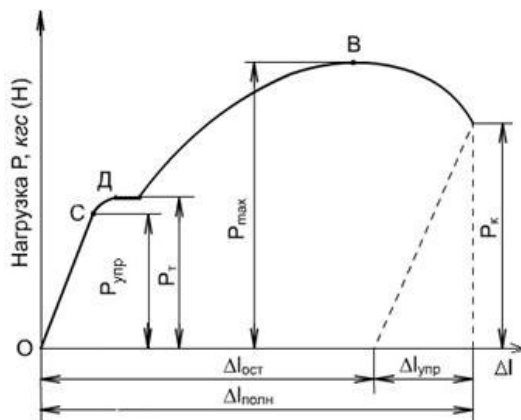
При растяжении образцов с площадью поперечного сечения  $F_a$  и рабочей (расчетной) длиной  $l_o$  строят диаграмму растяжения в координатах: нагрузка  $P$  – удлинение  $\Delta l$  образца (рис. 4).

Диаграмма растяжения характеризует поведение металла при деформировании от момента начала нагружения до разрушения образца. На диаграмме выделяют три участка:

- упругой деформации – до нагрузки  $P_{упр}$ ;
- равномерной пластической деформации от  $P_{упр}$  до  $P_{max}$ ;
- и сосредоточенной пластической деформации от  $P_{max}$  до  $P_k$ .



Если образец нагрузить в пределах  $P_{упр}$ , а затем полностью разгрузить и измерить его длину, то никаких последствий нагружения не обнаружится.



**Рисунок 4 – Диаграмма растяжения металла**

Такой характер деформирования образца называется упругим.

При нагружении образца более  $P_{упр}$  появляется остаточная (пластическая) деформация.

Пластическое деформирование идет при возрастающей нагрузке, так как металл упрочняется в процессе деформирования. Упрочнение металла при деформировании называется наклепом.

При дальнейшем нагружении пластическая деформация, а вместе с ней и наклеп все более увеличиваются, равномерно распределяясь по всему объему образца. После достижения максимального значения нагрузки  $P_{max}$  в наиболее слабом месте появляется местное утонение образца – шейка, в которой в основном и протекает дальнейшее пластическое деформирование. В связи с развитием шейки, несмотря на продолжающееся упрочнение металла, нагрузка уменьшается от  $P_{max}$  до  $P_k$ , и при нагрузке  $P_k$  происходит разрушение образца.

При этом упругая деформация образца  $\Delta l_y$  исчезает, а пластическая  $\Delta l_{ост}$  - остается.

При деформировании твердого тела внутри него возникают внутренние силы. Величину сил, приходящуюся на единицу площади

поперечного сечения образца, называют напряжением. Размерность напряжения МПа.

Отмеченные выше нагрузки на кривой растяжения ( $P_{упр}$ ,  $P_{max}$ ,  $P_T$ ,  $P_k$ ) служат для определения основных характеристик прочности (напряжений):

- предела упругости  $\sigma_y$ ;
- предела текучести  $\sigma_T$ ;
- временного сопротивления  $\sigma_e$  (предела прочности) и истинного сопротивления разрушению.

Временное сопротивление (предел прочности)  $\sigma_e$  – это напряжение, соответствующее наибольшей нагрузке, предшествующей разрушению образца.

$$\sigma_e = \frac{P_{max}}{F_0}; \quad (1)$$

где  $P_{max}$  – максимальная нагрузка, предшествующая разрушению;  $F_0$  – первоначальная площадь поперечного сечения образца.

Для оценки пластичности металла служат относительное остаточное удлинение образца при растяжении  $\delta_p$  и относительное остаточное сужение площади поперечного сечения образца  $\psi_p$ .

Относительное остаточное удлинение определяется по формуле:

$$\delta_p = \frac{l_k - l_0}{l_0} 100\%; \quad (2)$$

где  $l_k$  – длина образца после испытания;  $l_0$  – длина образца до испытания.

Относительное остаточное сужение определяется из выражения:

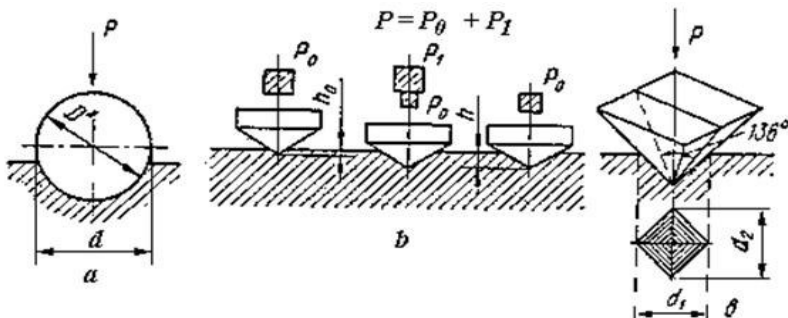
$$\psi_p = \frac{F_k - F_0}{F_0} 100\%; \quad (3)$$

где  $F_0$  – начальная площадь поперечного сечения образца;  $F_k$  – площадь поперечного сечения образца в месте разрушения.

Твердость – это сопротивление материала проникновению в его поверхность стандартного тела (индентора). О твердости судят либо по глубине проникновения индентора, либо по величине отпечатка от вдавливания. Во всех случаях происходит пластическая деформация

материала. Чем больше сопротивление материала пластической деформации, тем выше твердость.

Наибольшее распространение получили методы определения твердости Бринелля, Роквелла, Виккерса и микротвердости. Схемы испытаний представлены на рисунке 5.



**Рисунок 5 – Схема определения твердости материала по Бринеллю (а), по Роквеллу (б), по Виккерсу (в)**

Твердость по Бринеллю определяют на твердомере Бринелля. В качестве индентора используется стальной закаленный шарик диаметром 2,5; 5; 10 мм, в зависимости от толщины изделия.

Полученный отпечаток измеряется в двух направлениях при помощи лупы Бринелля. Твердость определяется как отношение приложенной нагрузки  $P$  к сферической поверхности отпечатка.

Метод Роквелла основан на вдавливании в поверхность под определенной нагрузкой наконечника в виде шарика или алмазного конуса. Для мягких материалов (до НВ 230) используется стальной шарик диаметром  $1/16''$  (1,6 мм), для более твердых материалов – конус алмазный.

Нагружение осуществляется в два этапа. Сначала прикладывается предварительная нагрузка  $P_0$  (100 Н) для плотного соприкосновения наконечника с образцом. Затем прикладывается основная нагрузка  $P_1$ , в течение некоторого времени действует общая рабочая нагрузка  $P$ . После снятия основной нагрузки определяют значение твердости по глубине остаточного вдавливания наконечника  $h$  под нагрузкой  $P_0$ .

Твердость по Виккерсу определяется по величине отпечатка индентора: алмазная четырехгранная пирамида с углом при вершине  $136^\circ$ .

Твердость рассчитывается как отношение приложенной нагрузки  $P$  к площади поверхности отпечатка.

Нагрузка составляет 50...1000 Н. Диагональ отпечатка  $d$  измеряется при помощи микроскопа, установленного на приборе.

Преимущество данного способа в том, что можно измерять твердость любых материалов, тонких изделий, поверхностных слоёв. Метод обеспечивает высокую точность при высокой чувствительности.

Способ микротвердости – используется для определения твердости отдельных структурных составляющих и фаз сплава, очень тонких поверхностных слоев (сотые доли миллиметра). Метод аналогичен способу Виккерса. Индентор – пирамида меньших размеров, нагрузки при вдавливании составляют 5...500 Н.

Ударная вязкость характеризует надежность материала, его способность сопротивляться хрупкому разрушению. Испытания на ударную вязкость производят на маятниковых копрах. Испытуемые образцы имеют надрезы определенной формы и размеров. Образец устанавливают на опорах копра надрезом в сторону, противоположную удару ножа маятника, который поднимают на определенную высоту.

Характеристикой вязкости является ударная вязкость  $a_u$ , (удельная работа разрушения).

### **Технологические свойства конструкционных материалов.**

Технологические свойства характеризуют способность материала подвергаться различным способам холодной и горячей обработки.

К технологическим свойствам металлов и сплавов относятся:

- литейные свойства;
- деформируемость;
- свариваемость;
- обрабатываемость режущим инструментом.

Эти свойства позволяют производить формоизменяющую обработку и получать заготовки и детали машин.

Литейные свойства характеризуют способность материала к получению из него качественных отливок.

Литейные свойства определяются способностью расплавленного металла или сплава к заполнению литейной формы (жидкотекучесть), степенью химической неоднородности по сечению полученной отливки (ликвация), а также величиной усадки – сокращением линейных размеров при кристаллизации и дальнейшем охлаждении.

Способность материала к обработке давлением – это способность материала изменять размеры и форму под влиянием внешних нагрузок не разрушаясь (обработка без снятия стружки). Она контролируется в результате технологических испытаний, проводимых в условиях, максимально приближенных к производственным. Листовой материал испытывают на перегиб и вытяжку сферической лунки. Проволоку испытывают на перегиб, скручивание, на навивание. Трубы испытывают на раздачу, сплющивание до определенной высоты и изгиб. Критерием годности материала является отсутствие дефектов после испытания.

Свариваемость – это способность материала образовывать неразъемные соединения требуемого качества при сварке. Свойство оценивается по качеству сварного шва.

Обрабатываемость резанием – характеризует способность материала поддаваться обработке режущим инструментом. Оценивается по стойкости инструмента и по качеству обработанной поверхности.

Технологические свойства часто определяют выбор материала для конструкции. Разрабатываемые материалы могут быть внедрены в производство только в том случае, если их технологические свойства удовлетворяют необходимым требованиям.

Современное автоматизированное производство, предъявляет к технологическим свойствам материала особые требования: проведение сварки на больших скоростях, ускоренное охлаждение отливок, обработка резанием на повышенных режимах и т. п. при обеспечении необходимого условия – высокого качества получаемой продукции.

**Эксплуатационные свойства** характеризуют способность материала работать в конкретных условиях:

- износостойкость – способность материала сопротивляться поверхностному разрушению под действием внешнего трения;
- коррозионная стойкость – способность материала сопротивляться действию агрессивных кислотных и щелочных сред;
- жаростойкость – способность материала сопротивляться окислению в газовой среде при высокой температуре;
- жаропрочность – это способность материала сохранять прочность и твердость при высоких температурах;
- хладостойкость – способность материала сохранять пластические свойства при отрицательных температурах;
- антифрикционность – способность материала прирабатываться к другому материалу.

Эти свойства определяются специальными испытаниями в зависимости от условий работы изделий. При выборе материала для создания конструкции необходимо учитывать конструкционные, технологические и эксплуатационные свойства.

## 1.4 Металлы и их сплавы

К черным металлам относятся *железо и сплавы на его основе (сталь и чугун)*. Железо в чистом виде в машиностроении не применяется. Сталь - многокомпонентный сплав с содержанием углерода до 2,14 %. Чугун – сплав железа с углеродом при содержании углерода более 2,14 %.

### 1.4.1 Сталь

В зависимости от химического состава различают стали углеродистые (ГОСТ 380-94, ГОСТ 1050-88) и легированные (ГОСТ 4543-71, ГОСТ 5632-72, ГОСТ 14959-79).

В свою очередь углеродистые стали могут быть:

- малоуглеродистыми, содержащими углерода менее 0,25 %;
- среднеуглеродистыми, содержание углерода составляет 0,25...0,60 %

- высокоуглеродистыми, в которых концентрация углерода превышает 0,60 %

Легированные стали подразделяют на:

- низколегированные содержание легирующих элементов до 2,5 %

- среднелегированные, в их состав входят от 2,5 до 10 % легирующих элементов;

- высоколегированные, которые содержат свыше 10 % легирующих элементов.

Конструкционные стали предназначены для изготовления строительных и машиностроительных изделий.

**Инструментальные стали** предназначены для изготовления режущего, измерительного, штампового и прочего инструмента. Эти стали содержат более 0,65 % углерода.

Стали с особыми физическими свойствами: с определенными магнитными характеристиками (электротехническая сталь) или с малым коэффициентом линейного расширения (суперинвар).

Стали с особыми химическими свойствами: нержавеющие, жаростойкие и жаропрочные стали.

Качество стали зависит от содержания вредных примесей: серы и фосфора. Стали обыкновенного качества, содержат до 0,06 % серы и до 0,07 % фосфора; качественные – до 0,035 % серы и фосфора каждого отдельно; высококачественные – до 0,025 % серы и фосфора; особо высококачественные – до 0,025 % фосфора и до 0,015 % серы.

По степени удаления кислорода из стали, т. е. по степени её раскисления, существуют:

- спокойные стали, т. е., полностью раскисленные; такие стали обозначаются буквами "сп" в конце марки (иногда буквы опускаются);

- кипящие стали – слабо раскисленные; маркируются буквами "кп";

- полуспокойные стали, занимающие промежуточное положение между двумя предыдущими; обозначаются буквами "пс".

Сталь обыкновенного качества подразделяется еще и по поставкам на 3 группы:

- сталь группы А поставляется потребителям по механическим свойствам (такая сталь может иметь повышенное содержание серы или фосфора);

- сталь группы Б – по химическому составу;

- сталь группы В – с гарантированными механическими свойствами и химическим составом.

### Углеродистые стали

**Конструкционные стали.** Нелегированные конструкционные стали обыкновенного качества обозначают по ГОСТ 380-94 буквами "Ст" и условным номером марки (от 0 до 6) в зависимости от химического состава и механических свойств. Чем выше содержание углерода и прочностные свойства стали, тем больше её номер. Буква "Г" после номера марки указывает на повышенное содержание марганца в стали (до 0,8...1,2 %).

Например: Ст1кп2 – углеродистая сталь обыкновенного качества, номер марки 1, кипящая второй категории, поставляется потребителям по механическим свойствам (группа А);

ВСт5Г – углеродистая сталь с повышенным содержанием марганца, спокойная, номер марки 5, первой категории с гарантированными механическими свойствами и химическим составом (группа В);

Бст0 – углеродистая сталь обыкновенного качества, номер марки 0, группы Б, первой категории.

Таблица 1

#### Содержание углерода в стали

Марка стали	Содержание углерода, %	Марка стали	Содержание углерода, %
Ст0	< 0,23	Ст4	0,18...0,27
Ст1	0,06...0,12	Ст5	0,28...0,37
Ст2	0,09...0,15	Ст6	0,38...0,49
Ст3	0,14...0,22		

В соответствии с ГОСТ 380-2005 углеродистую сталь обыкновенного качества изготавливают следующих марок: Ст0, Ст1кп, Ст1пс, Ст1сп, Ст2кп, Ст2пс, Ст2сп, Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп, Ст3Гпс, Ст3Гсп, Ст4кп, Ст4пс, Ст4сп, Ст5пс, Ст5сп, Ст5Гпс, Ст6пс, Ст6сп.



**Нелегированные конструкционные качественные стали.** В соответствии с ГОСТ 1050-88 эти стали маркируются двухзначными числами, показывающими среднее содержание углерода в сотых долях процента: 05; 08; 10; 25; 40 и т.д. Так сталь с содержанием углерода 0,07...0,14 % обозначается 10, сталь с содержанием углерода 0,42...0,50 % – 45 и т.д..

При этом для сталей с содержанием углерода меньше 0,2 %, не подвергнутых полному раскислению, в обозначение добавляются буквы кп (для кипящей стали) и пс (для полуспокойной). Для спокойных сталей буквы в конце их наименований не добавляются.

Например: 05кп, 08кп, 08пс, 10кп, 10пс, 11кп, 15кп, 15пс, 18кп, 20кп и 20пс.

Буква Г в марке стали указывает на повышенное содержание марганца. Например: 14Г, 18Г и т.д.

В соответствии с ГОСТ 977-88, если сталь предназначена для изготовления отливок, к марке углеродистой качественной конструкционной стали добавляется буква «Л», которая ставится в конце марки. Предусмотрены следующие марки литейной углеродистой стали: 15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 35Л, 40Л, 45Л, 50Л.

**Качественные стали с повышенными свойствами,** используемые для производства котлов и сосудов высокого давления, обозначают по ГОСТ 5520-79 добавлением буквы К в конце наименования стали: 15К, 18К, 22К.

**Инструментальные стали.** Данные стали в соответствии с ГОСТ 1435-99 делятся на качественные и высококачественные. Качественные стали обозначаются буквой У (углеродистая) и цифрой, указывающей среднее содержание углерода в стали в десятых долях процента.

Например: сталь У7 содержит 0,65...0,74 % углерода, сталь У10 - 0,95...1,04 %, а сталь У13 – 1,2 %.

В обозначения высококачественных сталей добавляется буква А (У8А, У12А и т.д.). Кроме того, в обозначениях как качественных, так и высококачественных углеродистых инструментальных сталей может присутствовать буква Г, указывающая на повышенное содержание в стали марганца.

Например: У8Г, У8ГА.

### Легированные стали

Легированными называют стали, в которых кроме обычных примесей и углерода содержатся специально вводимые в определённых сочетаниях легирующие элементы (хром, никель, молибден и др., а также марганец и кремний в количествах, превышающих 0,8...1,2 %). В зависимости от суммарного содержания легирующих элементов легированные стали делят на: низколегированные (содержание легирующих элементов в сумме не более 2,5 %); легированные (от 2,5 до 10 %); высоколегированные (более 10 %).

По назначению легированные стали делят на конструкционные, инструментальные и стали специального назначения.

**Конструкционные легированные стали.** В соответствии с ГОСТ 4543-71 наименования таких сталей состоят из цифр и букв. Первые цифры марки обозначают среднее содержание углерода в стали в сотых долях процента.

Таблица 2

Буквенные обозначения легирующих элементов в сталях

Элемент	Обозначение	
Ниобий	<i>Nb</i>	Б
Вольфрам	<i>W</i>	В
Марганец	<i>Mn</i>	Г
Медь	<i>Cu</i>	Д
Кобальт	<i>Co</i>	К
Молибден	<i>Mo</i>	М
Никель	<i>Ni</i>	Н
Бор	<i>B</i>	Р
Кремний	<i>Si</i>	С
Титан	<i>Ti</i>	Т
Ванадий	<i>V</i>	Ф
Хром	<i>Cr</i>	Х
Цирконий	<i>Zr</i>	Ц
Алюминий	<i>Al</i>	Ю

Буквы указывают на основные легирующие элементы, включенные в сталь. Буквенные обозначения легирующих элементов приведены в таблице 2.

Цифры после каждой буквы обозначают примерное процентное содержание соответствующего элемента, округленное до целого числа, при содержании легирующего элемента до 1,5 % цифра за соответствующей буквой не указывается.

Например, сталь состава: углерода  $C$  0,09...0,15 %, хрома  $Cr$  0,4...0,7 %, никеля  $Ni$  0,5...0,8 % обозначается 12ХН, а обыкновенного качества с повышенным содержанием легирующих элементов: сталь содержащая углерода  $C$  0,27...0,34 %, хрома  $Cr$  2,3...2,7 %, молибдена  $Mo$  0,2...0,3 %, ванадия  $V$  0,06...0,12 % обозначается 30ХЗМФ. Для того, чтобы показать, что в стали ограничено содержание серы и фосфора ( $S < 0,03$  %,  $P < 0,03$  %) и сталь относится к группе высококачественных в конце ее обозначения ставят букву А.

**Особовысококачественные стали, подвергнутые электрошлаковому переплаву**, обеспечивающему эффективную очистку от сульфидов и оксидов, обозначают добавлением через тире в конце наименования стали буквы «Ш».

Например: 12Х2Н4А, 15Х2МА, 18ХГ-Ш, 20ХГНТР-Ш и др.

**Литейные конструкционные стали**. В соответствии с ГОСТ 977-88 обозначаются по тем же правилам, что и качественные и легированные стали. Отличие заключается лишь в том, что в конце наименований литейных сталей приводится буква Л.

Например: 15Л, 20Г1ФЛ, 35ХГЛ и др.

**Шарикоподшипниковые стали** по ГОСТ 801-78 маркируют буквами "ШХ", после которых указывают содержание хрома в десятых долях процента. В обозначении марок буква Ш означает подшипниковую сталь; Х – наличие хрома; число – его содержание в десятых долях процента (0,4; 1,5; 2,0 соответственно); Г и С – легирование марганцем (до 1,7 %) и кремнием (до 0,85 %). Для сталей, подвергнутых электрошлаковому переплаву, буква Ш добавляется также и в конце их наименований через тире.

Например: ШХ15, ШХ20СГ, ШХ4-Ш.

**Автоматные стали** ГОСТ 1414-75 начинаются с буквы А (автоматная). Если сталь при этом легирована свинцом, то ее наименование начинается с букв АС. Для отражения содержания в сталях остальных элементов используются те же правила, что и для легированных конструкционных сталей.

Автоматные свинцовосодержащие (0,15...0,35 % *Pb*) стали подразделяют на углеродистые с повышенным содержанием серы (АС14, АС40, АС35Г2, АС45Г2) и легированные, среди которых имеются низкоуглеродистые (АС12ХН, АС14ХГН, АС20ХГНМ) и среднеуглеродистые (АС30ХМ, АС38ХГМ, АС40ХГНМ). По обрабатываемости эти стали заметно превосходят сернистые

Автоматные сернистые стали А11, А20, А30, А35, А40Г являются углеродистыми, содержат 0,08...0,30 % *S* и 0,05...0,15 % *P*. Для того чтобы не проявлялась краснотомкость, в них увеличено содержание марганца (0,70...1,55 %).

Автоматные свинцовосодержащие (0,15 – 0,35 % *Pb*) стали подразделяют на углеродистые с повышенным содержанием серы (АС14, АС40, АС35Г2, АС45Г2) и легированные, среди которых имеются низкоуглеродистые (АС12ХН, АС14ХГН, АС20ХГНМ) и среднеуглеродистые (АС30ХМ, АС38ХГМ, АС40ХГНМ). По обрабатываемости эти стали заметно превосходят сернистые. Автоматные селеносодержащие стали подразделяют на углеродистые (А35Е, А45Е) и хромистую (А40ХЕ). Они содержат 0,04...0,10 % *Se* и 0,06...0,12 % *S*. Применение селеносодержащих сталей позволяет в 2 раза снизить расход инструмента и до 30 % повысить производительность обработки. Автоматные кальцийсодержащие (0,002 ...0,008 % *Ca*) стали (АЦ20, АЦ30, АЦ40Х и др.) с добавлением свинца и теллура предназначены для изготовления термически упрочнённых деталей, обрабатываемых твердосплавным инструментом при высоких (100 мин<sup>-1</sup> и более) скоростях резания.

**Инструментальные легированные стали.** Правила обозначения инструментальных легированных сталей по ГОСТ 5950-73 в основном те же, что и для конструкционных легированных. Различие заключается лишь в цифрах, указывающих на массовую долю углерода в стали. Процентное содержание углерода также указывается в начале наименования стали, в десятых долях процента, а не в сотых, как

для конструкционных легированных сталей. Если же в инструментальной легированной стали содержание углерода составляет около 1,0 %, то соответствующую цифру в начале ее наименования не указывают.

Например: сталь 4Х2В5МФ имеет содержание  $C$  0,3...0,4 %,  $Cr$  2,2...3,0 %,  $W$  4,5...5,5 %,  $Mo$  0,6...0,9%,  $V$  0,6...0,9 %, а сталь ХВГ -  $C$  0,9...1,05 %,  $Cr$  0,9...1,2 %,  $W$  1,2...1,6 %,  $Mn$  0,8...1,1 %.

**Быстрорежущие стали.** Обозначают буквой "Р", следующая за ней цифра указывает на процентное содержание в ней вольфрама. В отличие от легированных сталей в наименованиях быстрорежущих сталей не указывается процентное содержание хрома, т.к. оно составляет около 4% во всех сталях, и углерода (оно пропорционально содержанию ванадия). Буква Ф, показывающая наличие ванадия, указывается только в том случае, если содержание ванадия составляет более 2,5%. В соответствии с вышесказанным сталь Р6М5 имеет состав  $C$  0,82...0,9%,  $Cr$  3,8...4,4%,  $Mo$  4,8...5,3%,  $V$  1,7...2,1%,  $W$  5,5...6,5%, а сталь состава  $C$  0,95...1,05%,  $Cr$  3,8...4,3%,  $Mo$  4,8...5,3%,  $V$  2,3...2,7%,  $N$  0,05...0,1%,  $W$  5,7...6,7% маркируется Р6АМ5Ф3.

**Нержавеющие стали.** Обозначения стандартных нержавеющих сталей согласно ГОСТ 5632-72 состоят из букв и цифр и строятся по тем же принципам, что и обозначения конструкционных легированных сталей. В обозначения литейных нержавеющих сталей добавляется буква Л.

Например: нержавеющая сталь состава  $C < 0,08$  %,  $Cr$  17,0...19,0 %,  $Ni$  9,0...11,0 %,  $Ti$  0,5...0,7 % обозначается 08Х18Н10Т, а литейная сталь 16Х18Н12С4ТЮЛ имеет состав  $C$  0,13...0,19 %,  $Cr$  17,0...19,0 %,  $Ni$  11,0...13,0 %,  $Si$  3,8...4,5 %,  $Ti$  0,4...0,7 %,  $Al$  0,13...0,35 %.

В том случае, если стали получены методом электрошлакового переплава, к их наименованиям (также как и для легированных сталей) добавляется через тире буква Ш (06Х16Н15М3Б-Ш). к наименованиям указанных сталей через тире могут добавляться буквы, означающие следующее:

- ВД – вакуумно-дуговой переплав (09Х16Н4Б-ВД),
- ВИ – вакуумно-индукционная выплавка (03Х18Н10-ВИ),
- ЭЛ – электронно-лучевой переплав (03Н18К9М5Т-ЭЛ),

- ГР – газокислородное рафинирование (04Х15СТ-ГР),
- ИД – вакуумно-индукционная выплавка с последующим вакуумно-дуговым переплавом (ЭП14-ИД),
- ПД – плазменная выплавка с последующим вакуумно-дуговым переплавом (ХН45НВТЮБР-ПД),
- ИЛ – вакуумно-индукционная выплавка с последующим электронно-лучевым переплавом (ЭП989-ИЛ) и т.д.

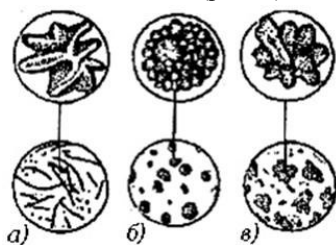
### 1.4.2 Чугун

Чугуном называют сплав железа с углеродом и другими элементами, содержащими углерода более 2,14 %.

**Классификация чугунов.** Характерной особенностью чугунов является то, что углерод в сплаве может находиться не только в растворенном и связанном состоянии (в виде химического соединения – цементита  $Fe_3C$ ), но также в свободном состоянии – в виде графита. При этом форма выделений графита и структура металлической основы (матрицы) определяют основные типы чугунов и их свойства.

Классификация чугуна с различной формой графита производится по ГОСТ 3443–77. по следующим признакам:

- по состоянию углерода – свободный или связанный;
- по форме включений графита – пластинчатый, вермикулярный, шаровидный, хлопьевидный (рис. 5);



**Рисунок 5 – Структура чугуна с графитом различной формы:** а – пластинчатый графит в сером чугуне; б – шаровидный графит в высокопрочном чугуне; в – хлопьевидный графит в ковком чугуне

- по типу структуры металлической основы (матрицы) – ферритный, перлитный; имеются также чугуны со смешанной структурой: например, феррито-перлитные;

- по химическому составу – не легированные чугуны (общего назначения) и легированные чугуны (специального назначения).

В зависимости от формы выделения углерода в чугуне различают:

– белый чугун, в котором весь углерод находится в связанном состоянии в виде цементита  $Fe_3C$ ;

– половинчатый чугун, в котором основное количество углерода (более 0,8 %) находится в виде цементита;

– серый чугун, в котором весь углерод или его большая часть находится в свободном состоянии в виде пластинчатого графита;

– отбеленный чугун, в котором основная масса металла имеет структуру серого чугуна, а поверхностный слой – белого;

– высокопрочный чугун, в котором графит имеет шаровидную форму;

– ковкий чугун, получающийся из белого путем отжига, при котором углерод переходит в свободное состояние в виде хлопьевидного графита.

**Серый чугун** – это сплав системы  $Fe-C-Si$ , содержащий в качестве примесей марганец, фосфор, серу. Углерод в серых чугунах преимущественно находится в виде графита пластинчатой формы.

Структура отливок определяется химическим составом чугуна и технологическими особенностями его термообработки. Механические свойства серого чугуна зависят от свойств металлической матрицы, формы и размеров графитовых включений. Свойства металлической матрицы чугунов близки к свойствам стали. Графит, имеющий невысокую прочность, снижает прочность чугуна.

Чем меньше графитовых включений и выше их дисперсность, тем больше прочность чугуна.

Графитовые включения вызывают уменьшение предела прочности чугуна при растяжении. На прочность при сжатии и твердость чугуна частицы графита практически не оказывают влияния. Свойство графита образовывать смазочные пленки обуславливает снижение ко-

ээффициента трения и увеличение износостойкости изделий из серого чугуна. Графит улучшает обрабатываемость резанием.

Согласно ГОСТ 1412-85 *серый чугун маркируют* буквами «С» – серый и «Ч» – чугун. Число после буквенного обозначения показывает среднее значение предела прочности чугуна при растяжении. Например, СЧ 20 – чугун серый, предел прочности при растяжении 200 МПа.

По свойствам серые чугуны можно условно распределить на следующие группы:

- ферритные и ферритно-перлитные чугуны (марки СЧ10, СЧ15), применяют для изготовления малоответственных ненагруженных деталей машин;

- перлитные чугуны (марки СЧ20, СЧ25, СЧ30), используют для изготовления износостойких деталей, эксплуатируемых при больших нагрузках: поршней, цилиндров, блоков двигателей;

- модифицированные чугуны (марки СЧ35, СЧ40, СЧ45), получают добавлением перед разливкой в жидкий серый чугун присадок ферросилиция. Такие чугуны имеют перлитную металлическую матрицу с небольшим количеством изолированных пластинок графита.

Чугун с вермикулярным графитом отличается от серого чугуна более высокой прочностью, повышенной теплопроводностью. Этот материал перспективен для изготовления ответственных отливок, работающих в условиях повышенных температур (блоки двигателей, поршневые кольца).

Вермикулярный графит получают путем обработки расплава серого чугуна лигатурами, содержащими редкоземельные металлы и силикобарий.

Модифицирование серого чугуна магнием, а затем ферросилицием позволяет получать магниевый чугун (СМЧ), обладающий прочностью литой стали и высокими литейными свойствами серого чугуна. Из него изготавливают детали, подвергаемые ударам, воздействию переменных напряжений и интенсивному износу, например, коленчатые валы легковых автомобилей.

**Высокопрочный чугун.** Отличительной особенностью высокопрочного чугуна являются его высокие механические свойства, обу-



словленные наличием в структуре шаровидного графита. Чугун с шаровидным графитом обладает не только высокой прочностью, но и пластичностью.

Получение шаровидного графита в чугуне достигается модифицированием расплава присадками, содержащими *Mg*, *Ca*, *Se* и другие редкоземельные металлы.

Химический состав и свойства высокопрочных чугунов регламентируются ГОСТ 7293-85 и маркируются буквами «В» – высокопрочный, «Ч» – чугун и числом, обозначающим среднее значение предела прочности чугуна при растяжении.

Например, ВЧ100 – высокопрочный чугун, предел прочности при растяжении 1000 МПа.

Высокопрочный чугун с шаровидным графитом является наиболее перспективным литейным сплавом, с помощью которого можно успешно решать проблему снижения массы конструкции при сохранении их высокой надежности и долговечности. Высокопрочный чугун используют для изготовления ответственных деталей в автомобилестроении (коленчатые валы, зубчатые колеса, цилиндры и др.).

**Белый и ковкий чугун.** Белые чугуны характеризуются тем, что у них весь углерод находится в химически связанном состоянии – в виде цементита. Излом такого чугуна имеет матово-белый цвет. Наличие большого количества цементита придает белому чугуну высокие твердость, хрупкость и очень плохую обрабатываемость режущим инструментом. Высокая твердость белого чугуна обеспечивает его высокую износостойкость, в том числе и при воздействии абразивных сред. Это свойство белых чугунов учитывается при изготовлении поршневых колец. Однако белый чугун применяют главным образом для отливки деталей с последующим отжигом на ковкий чугун. Ковкий чугун получают путем отжига белого чугуна определенного химического состава, отличающегося пониженным содержанием графитизирующих элементов (2,4...2,9 % *C* и 1,0...1,6 % *Si*), так как в литом состоянии необходимо получить полностью отбеленный чугун по всему сечению отливки, что обеспечивает формирование хлопьевидного графита в процессе отжига.

Механические свойства и рекомендуемый химический состав ковкого чугуна регламентирует ГОСТ 1215-79. Ковкие чугуны, маркируют буквами «К» – ковкий, «Ч» – чугун и цифрами. Первая группа цифр показывает предел прочности чугуна при растяжении, вторая – относительное его удлинение при разрыве. Например, КЧ33-8 означает: ковкий чугун с пределом прочности при растяжении 330 МПа и относительным удлинением при разрыве 8 %.

**Ковкий чугун** используют для изготовления мелких и средних тонкостенных отливок ответственного назначения, работающих в условиях динамических знакопеременных нагрузок (детали приводных механизмов, коробок передач, тормозных колодок, шестерен, ступиц и т. п.). Однако ковкий чугун – малоперспективный материал из-за сложной технологии получения и длительности производственного цикла изготовления деталей из него.

**Легированные чугуны.** В зависимости от назначения различают износостойкие, антифрикционные, жаростойкие и коррозионно-стойкие легированные чугуны.

Химический состав, механические свойства при нормальных температурах и рекомендуемые виды термической обработки легированных чугунов регламентируются ГОСТ 7769-82. В обозначении марок легированных чугунов буквы и цифры, соответствующие содержанию легирующих элементов, те же, что и в марках стали.

**Износостойкие чугуны,** легированные никелем (до 5 %) и хромом (0,8 %), применяют для изготовления деталей, работающих в абразивных средах. Чугуны (до 0,6 % Cr и 2,5 % Ni) с добавлением титана, меди, ванадия, молибдена обладают повышенной износостойкостью в условиях трения без смазочного материала. Их используют для изготовления тормозных барабанов автомобилей, дисков сцепления, гильз цилиндров и др.

**Жаростойкие легированные чугуны** ЧХ2, ЧХ3 применяют для изготовления деталей контактных аппаратов химического оборудования, турбокомпрессоров, эксплуатируемых при температуре 600°C (ЧХ2) и 700 °С (ЧХ3).

**Жаропрочные легированные чугуны** ЧНМШ, ЧНИГ7Х2Ш с шаровидным графитом работоспособны при температурах

500...600 °С и применяются для изготовления деталей дизелей, компрессоров и др. Коррозионно-стойкие легированные чугуны марок ЧХ1, ЧНХТ, ЧНХМД ЧН2Х (низколегированные) обладают повышенной коррозионной стойкостью в газовой, воздушной и щелочной средах. Их применяют для изготовления деталей узлов трения, работающих при повышенных температурах (поршневых колец, блоков и головок цилиндров двигателей внутреннего сгорания, деталей дизелей, компрессоров и т. д.).

**Антифрикционные чугуны** используются в качестве подшипниковых сплавов, способных работать в условиях трения как подшипники скольжения. Он может иметь разную форму графитовых включений. В соответствии с ГОСТ 1585-85 антифрикционные чугуны выпускают следующих марок:

- с пластинчатым графитом АЧС-1, АЧС-2, .....АЧС-6;
- с вермикулярным графитом –АЧВ-1, АЧВ-2;
- с компактным графитом – АЧК-1, АЧК-2.

В обозначении марки: АЧ – антифрикционный чугун; С – серый с пластинчатым графитом; В – высокопрочный с шаровидным графитом К – ковкий с компактным графитом; цифра - порядковый номер марки.

Для легирования антифрикционных чугунов используют хром, медь, никель, титан.

### 1.4.3 Цветные металлы и сплавы

**Цветные металлы и сплавы.** Многие цветные металлы (*Cu, Al, Mg, Pb, Sn, Zn, Ti*) и их сплавы обладают рядом ценных свойств: хорошей пластичностью, вязкостью, высокой электро- и теплопроводностью, прочностью, низкой плотностью, коррозионной стойкостью и другими достоинствами. Благодаря этим качествам цветные металлы и их сплавы занимают важное место среди конструкционных материалов.

Из цветных металлов в автомобилестроении в чистом виде и в виде сплавов широко используются алюминий, медь, свинец, олово, магний, цинк, титан.

## Алюминий и его сплавы

**Алюминий** – металл серебристо-белого цвета, характеризуется низкой плотностью, высокой электропроводностью, температура плавления 660 °С. Механические свойства алюминия невысокие, поэтому в чистом виде как конструкционный материал применяется ограниченно.

Для повышения физико-механических и технологических свойств алюминий легируют различными элементами (*Cu, Cr, Mg, Si, Zn, Mn, Ni*).

В зависимости от содержания постоянных примесей различают (ГОСТ 4784-97):

- алюминий особой чистоты марки А999 (0,001 % примесей);
- алюминий высокой чистоты – А995, А99, А97, А95 (0,005... 0,5 % примесей);
- технический алюминий – А85, А8, А7, А6, А5, А0 (0,15...0,5 % примесей).

Также алюминий подразделяется на:

- для раскисления (АВ97Ф, АВ86, АВ91);
- литейный (АМг11, ВАЛ10М, АК12пч);
- деформируемый (Д1, 1105, АМг2, СвАМг6);
- антифрикционный (АМК, АСМ, АО9-2Б);
- лигатуры (АlВi3, АlZr5(В), АlNi10 и другие).

Технический алюминий выпускают в виде полуфабрикатов для дальнейшей переработки в изделия. Алюминий высокой чистоты применяют для изготовления фольги, токопроводящих и кабельных изделий.

Сплавы на основе алюминия классифицируются по следующим признакам:

- по технологии изготовления;
- по степени упрочнения после термической обработки;
- по эксплуатационным свойствам.

**Деформируемые сплавы.** К неупрочняемым термической обработкой относятся сплавы:

- алюминия с марганцем марки АМц (1,0 – 1,6 % марганца);

- алюминия с магнием марок АМг; АМгЗ, АМг5В, АМг5П, АМг6.

Эти сплавы обладают высокой пластичностью, коррозионной стойкостью, хорошо штампуются и свариваются, но имеют невысокую прочность. Из них изготавливают бензиновые баки, проволоку, заклепки, а также сварные резервуары для жидкостей и газов, детали вагонов.

В группе деформируемых алюминиевых сплавов, упрочняемых термической обработкой, различают сплавы:

- нормальной прочности;
- высокопрочные сплавы;
- жаропрочные сплавы;
- сплавы дляковки и штамповки.

В полуфабрикатах после основной аббревиатуры следуют буквы (например, АМцАМ), которые расшифровываются следующим образом:

- А – высококачественный сплав, из чистых сортов алюминия;
- Б – прокат с технологической плакировкой или вовсе без нее;
- УП – с утолщенной плакировкой;
- М – мягкий;
- Н – нагартованный;
- П – полунагартованный;
- Н1 – усиленно нагартованный;
- В – высококачественная выкатка состаренных и предварительно закаленных листов;
- О – высокое качество выкатки отожженного листового проката;
- ГК – горячекатаный прокат;
- ТПП – закаленный, состаренный прокат повышенной прочности.

Сплавы нормальной прочности. К ним относятся сплавы системы Алюминий + Медь + Магний (*дуралюмины*), которые маркируются буквой «Д». Дуралюмины (Д1, Д16, Д18) характеризуются высокой прочностью, достаточной твердостью и вязкостью. Для упрочнения сплавов применяют закалку с последующим охлаждением в воде. За-

каленные дуралюмины подвергаются старению, что способствует увеличению их коррозионной стойкости.

Дуралюмины широко используются в авиастроении: из сплава Д1 изготовляют лопасти винтов, из Д16 – несущие элементы фюзеляжей самолетов, сплав Д18 – один из основных заклепочных материалов.

Сплавы *авиаль* (АВ и др.) системы  $Al - Mg - Si$ , содержащие, кроме основных компонентов (алюминия, марганца и кремния), в небольших количествах (не более 0,5 %) железо, медь, титан и др. элементы.

**Высокопрочные сплавы алюминия** (В93, В95, В96) относятся к системе Алюминий+Цинк+Магний+Медь. В качестве легирующих добавок используют марганец и хром, которые увеличивают коррозионную стойкость и эффект старения сплава. Для достижения требуемых прочностных свойств, сплавы закачивают с последующим старением. Высокопрочные сплавы по своим прочностным показателям превосходят дуралюмины, однако менее пластичны и более чувствительны к концентраторам напряжений (надрезам). Из этих сплавов изготовляют высоконагруженные наружные конструкции в авиастроении – детали каркасов, шасси и обшивки.

**Жаропрочные сплавы алюминия** (АК4-1, Д20) имеют сложный химический состав, легированы железом, никелем, медью и другими элементами. Жаропрочность сплавам придает легирование, замедляющее диффузионные процессы.

Детали из жаропрочных сплавов используются после закалки и искусственного старения и могут эксплуатироваться при температуре до 300°С.

**Сплавы дляковки и штамповки** (АК2, АК4, АК6, АК8) относятся к системе Алюминий+Медь+Магний с добавками кремния. Сплавы применяют после закалки и старения для изготовления средненагруженных деталей сложной формы (АК6) и высоконагруженных штампованных деталей – поршни, лопасти винтов, крыльчатки насосов и др.

**Литейные сплавы.** Для изготовления деталей методом литья применяют алюминиевые сплавы систем  $Al-Si$ ,  $Al-Cu$ ,  $Al-Mg$ . Для

улучшения механических свойств сплавы легируют титаном, бором, ванадием. Главным достоинством литейных сплавов является высокая жидкотекучесть, небольшая усадка, хорошие механические свойства.

Литейные алюминиевые сплавы (ГОСТ 1583-93) принято маркировать буквами и цифрами, где первая буква «А», а последующие буквы обозначают другие компоненты сплава с содержанием более 1 %. Цифра, стоящая после обозначения компонентов сплава (кроме алюминия), указывает их содержание в округлённых целых процентах. Например, в марке АК12 - 12 % кремния, остальное - алюминий, в марке АК5М2 5 % кремния и 2 % меди, –остальное алюминий. Все литейные алюминиевые сплавы делят на пять групп, из которых наибольшей известностью пользуются сплавы алюминия с кремнием и сплавы алюминия с медью – силумины. Типичным силумином является сплав АК12, содержащий 10...13 % кремния. В конце марок литейных алюминиевых сплавов могут стоять дополнительные обозначения: ч – чистый; пч – повышенной чистоты; литейные сплавы; оч – особой чистоты; л – селективный, например, АМг10ч.

Аббревиатура АЛ означает, что это литейный алюминий. В зависимости от режимов термообработки, обозначается Т, после нее в марках могут фигурировать цифры:

- 8 – закаленный и прошедший смягчающий отпуск;
- 7 – закалка со стабилизирующим отпуском;
- 6 – закалка и старение до наивысшей твердости;
- 5 – закалывание и частичное старение;
- 4 – закаленный;
- 2 – прошедший отжиг;
- 1 – состаренный.

Порошковые алюминиевые сплавы - сплавы, получаемые спеканием порошка алюминия с порошками других металлов и неметаллов. Например, САП (спеченная алюминиевая пудра) спечённые сплавы на основе  $Al-Al_2O_3$ , и САС (спечённые алюминиевые сплавы) - спечённые сплавы на основе алюминия, содержащие кремний и никель.

## Медь и ее сплавы

Главными достоинствами меди как машиностроительного материала являются высокие тепло- и электропроводность, пластичность, коррозионная стойкость в сочетании с достаточно высокими механическими свойствами. К недостаткам меди относят низкие литейные свойства и плохую обрабатываемость резанием.

В зависимости от чистоты медь изготавливают следующих марок: М00 (99,99 % *Cu*), М0 (99,97 % *Cu*), М1 (99,9 % *Cu*), М2 (99,7 % *Cu*), М3 (99,50 % *Cu*), М4 (99,0 % *Cu*), М0б бескислородная (99,97 % *Cu*), медь вакуумная (99,99 % *Cu*) (ГОСТ 859-2001). Присутствующие в меди примеси оказывают большое влияние на ее свойства.

**Легирование меди** осуществляется с целью придания сплаву требуемых механических, технологических, антифрикционных и других свойств. Химические элементы, используемые при легировании, обозначают в марках медных сплавов следующими индексами:

А – алюминий;	Мц – марганец;
Вм – вольфрам;	М – медь;
Ви – висмут;	Мш – мышьяк;
В – ванадий;	Н – никель;
Км – кадмий;	О – олово;
Гл – галлий;	С – свинец;
Г – германий;	Сн – селен;
Ж – железо;	Ср – серебро;
Зл – золото;	Су – сурьма;
К – кобальт;	Ти – титан;
Кр – кремний;	Ф – фосфор;
Мг – магний;	Ц – цинк.

Медные сплавы классифицируют по следующим признакам:

***по химическому составу на:***

- латуни;
- бронзы;
- медноникелевые сплавы;

***по технологическому назначению на:***

- деформируемые;
- литейные;



**по изменению прочности после термической обработки на:**

- упрочняемые;
- неупрочняемые.

**Латуни** – сплавы меди, а которых главным легирующим элементом является цинк.

В зависимости от содержания легирующих компонентов различают:

- простые (двойные) латуни;
- многокомпонентные (легируемые) латуни.

Простые латуни маркируют буквой «Л» и цифрами, показывающими среднее содержание меди в сплаве.

Например, сплав Л90 – латунь, содержащая 90 % меди, остальное – цинк (называется *томпак*).

В марках легированных латуней группы букв и цифр, стоящих после них, обозначают легирующие элементы и их содержание в процентах.

Например, сплав ЛАНКМц75-2-2,5-0,5-0,5 – латунь алюминиево-никелькремнистомарганцевая, содержащая 75 % меди, 2 % алюминия, 2,5 % никеля, 0,5 % кремния, 0,5 % марганца, остальное – цинк.

В зависимости от основного легирующего элемента различают алюминиевые, кремнистые, марганцевые, никелевые, оловянистые, свинцовые и другие латуни.

В марках литейных латуней указывается содержание цинка, а количество каждого легирующего элемента ставится непосредственно за буквой, его обозначающей. Например: латунь ЛЦ40Мц3А содержит 40 % цинка, 3 % марганца и 1 % алюминия.

**Бронзы** – это сплавы меди с оловом и другими элементами (алюминий, марганец, кремний, свинец, бериллий). В зависимости от содержания основных компонентов, бронзы делятся на:

- оловянные, главным легирующим элементом которых является олово;
- безоловянные (специальные), не содержащие олова.

**Бронзы маркируют** буквами «Бр» и буквенные индексы элементов, входящих в состав. Затем следуют цифры, обозначающие

среднее содержание элементов в процентах (цифру, обозначающую содержание меди в бронзе, не ставят).

Например, сплав марки БрОЦС5-5-5 означает, что бронза содержит олова, свинца и цинка по 5 %, остальное – медь (85 %).

В зависимости от технологии переработки оловянные и специальные бронзы подразделяют на:

- деформируемые;
- литейные;
- специальные.

*Деформируемые оловянные бронзы* содержат до 8 % олова. Эти бронзы используют для изготовления пружин, мембран и других деформируемых деталей. Литейные бронзы содержат свыше 6 % олова, обладают высокими антифрикционными свойствами и достаточной прочностью; их используют для изготовления ответственных узлов трения (вкладыши подшипников скольжения).

Специальные бронзы включают в свой состав алюминий, никель, кремний, железо, бериллий, хром, свинец и другие элементы. В большинстве случаев название бронзы определяется основным легирующим компонентом.

### **Титан и его сплавы**

Технически чистый титан (ГОСТ 19807-91) маркируют в зависимости от содержания примесей ВТ1-00 (сумма примесей  $\leq 0,10$  %), ВТ1-0 (сумма примесей  $\leq 0,30$  %). Титан с содержанием примесей  $\leq 0,093$  % называется иодидным титаном.

Титановые сплавы классифицируют по:

- технологическому назначению на литейные и деформируемые;
- механическим свойствам – низкой (до 700 МПа), средней (700...1000 МПа) и высокой (более 1000 МПа) прочности;
- эксплуатационным характеристикам – жаропрочные, химически стойкие и др.;
- отношению к термической обработке – упрочняемые и неупрочняемые;
- структуре ( $\alpha$ -,  $\alpha+\beta$ - и  $\beta$ -сплавы).

Деформируемые титановые сплавы по механической прочности выпускаются под марками:

- низкой прочности – ВТ1;
- средней прочности – ВТ3, ВТ4, ВТ5;
- высокой прочности ВТ6, ВТ14, ВТ15 (после закалки и старения).

Для литья применяются сплавы, аналогичные по составу деформируемым сплавам (ВТ5Л, ВТ14Л), а также специальные литейные сплавы.

### **Магний и его сплавы**

Главным достоинством магния как машиностроительного материала являются низкая плотность, технологичность. Однако его коррозионная стойкость во влажных средах, кислотах, растворах солей крайне низка. Чистый магний практически не используют в качестве конструкционного материала из-за его недостаточной коррозионной стойкости. Он применяется в качестве легирующей добавки к сталям и чугунам и в ракетной технике при создании твердых топлив.

Эксплуатационные свойства магния улучшают легированием марганцем, алюминием, цинком и другими элементами. Легирование способствует повышению коррозионной стойкости (*Zr*, *Mn*), прочности (*Al*, *Zn*, *Mn*, *Zr*), жаропрочности (*Th*) магниевых сплавов, снижению окисляемости их при плавке, литье и термообработке.

Сплавы на основе магния классифицируют по:

- механическим свойствам – невысокой, средней прочности; высокопрочные, жаропрочные;
- технологии переработки – литейные и деформируемые;
- отношению к термической обработке – упрочняемые и неупрочняемые термической обработкой.

**Маркировка магниевых сплавов** состоит из буквы, обозначающей соответственно сплав (М), и буквы, указывающей способ технологии переработки (А – для деформируемых, Л – для литейных), а также цифры, обозначающей порядковый номер сплава.

**Деформируемые магниевые сплавы** МА1, МА2, МА3, МА8 применяют для изготовления полуфабрикатов – прутков, труб, полос и листов, а также для штамповок и поковок.

**Литейные магниевые сплавы** МЛ1, МЛ2, МЛ3, МЛ4, МЛ5, МЛ6 нашли широкое применение для производства фасонных отли-

вок. Некоторые сплавы МЛ применяют для изготовления высоконагруженных деталей в авиационной и автомобильной промышленности: картеры, корпуса приборов, колесные диски, фермы шасси самолетов. Ввиду низкой коррозионной стойкости магниевых сплавов изделия и детали из них подвергают оксидированию с последующим нанесением лакокрасочных покрытий.

### **Баббиты и припой**

Для изготовления деталей, эксплуатируемых в условиях трения скольжения, используют сплавы, характеризующиеся низким коэффициентом трения, прирабатываемостью, износостойкостью, малой склонностью к заеданию.

К группе антифрикционных материалов относят сплавы на основе олова, свинца и цинка.

**Баббиты** – антифрикционные материалы на основе олова и свинца.

В состав баббитов вводятся легирующие элементы, придающие им специфические свойства: медь увеличивает твердость и ударную вязкость; никель – вязкость, твердость, износостойкость; кадмий – прочность и коррозионную стойкость; сурьма – прочность сплава.

Баббиты применяют для заливки вкладышей подшипников скольжения, работающих при больших окружных скоростях и при переменных и ударных нагрузках.

По химическому составу баббиты классифицируют на группы:

- оловянные (Б83, Б88),
- оловянно-свинцовые (БС6, Б16);
- свинцовые (БК2, БКА).

Лучшими антифрикционными свойствами обладают оловянные баббиты.

Баббиты на основе свинца имеют несколько худшие антифрикционные свойства, чем оловянные, но они дешевле и менее дефицитны. Свинцовые баббиты применяют в подшипниках, работающих в легких условиях.

В конструктивных элементах подвижного состава железных дорог используют подшипники скольжения из кальциевых баббитов.

В марках баббитов цифра показывает содержание олова. Например, баббит БС6 содержит по 6 % олова и сурьмы, остальное – свинец.

**Антифрикционные цинковые ставы (ЦВМ10-5, ЦАМ9-1,5)** используют для изготовления малонагруженных подшипников скольжения. Такие подшипники успешно заменяют бронзовые при температурах эксплуатации, не превышающих 120 °С.

## **2 НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

### **2.1 Классификация неметаллических конструкционных материалов**

Понятие неметаллические материалы включает большой ассортимент материалов таких, как:

1. Пластмассы. Это материалы на основе высокомолекулярных соединений – полимеров, как правило, с наполнителями;

2. Керамические материалы (керамика). Основой этих материалов являются порошки тугоплавких соединений типа карбидов, боридов, нитридов и оксидов. Например:  $TiC$ ,  $SiC$ ,  $Cr_7C_3$ ,  $CrB$ ,  $Ni_3B$ ,  $TiB_2$ ,  $BN$ ,  $TiN$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $ZrO_2$  и др.;

3. Металлокерамические материалы (металлокерамика). В этих материалах основой является керамика, в которую добавляется некоторое количество металла, являющегося связкой и обеспечивающего такие свойства, как пластичность и вязкость;

4. Стекло. Оно представляет собой систему, состоящую из оксидов различных элементов, в первую очередь оксида кремния  $SiO_2$ ;

5. Резина. Это материалы на основе каучука - углеродноводородного полимера с добавлением серы и других элементов;

6. Дерево. Сложная органическая ткань древесных растений.

Неметаллические материалы обладают высокой механической прочностью, низкой плотностью, термической и химической стойкостью, высокими электроизоляционными характеристиками, оптиче-

ской прозрачностью и т. п. Особо следует отметить технологичность неметаллических материалов.

Применение неметаллических материалов обеспечивает значительную экономическую эффективность.

Основой неметаллических материалов являются полимеры.

**Полимерами называют вещества**, макромолекулы которых состоят из многочисленных элементарных звеньев (мономеров) одинаковой структуры.

**Природные полимеры** – натуральный каучук, целлюлоза, слюда, асбест.

Однако ведущей группой являются синтетические полимеры, получаемые в процессе химического синтеза из низкомолекулярных соединений.

Все полимеры по отношению к нагреву подразделяют на **термопластичные** и **термореактивные**.

**Термопластичные полимеры** при нагревании размягчаются, даже плавятся, при охлаждении затвердевают. Этот процесс обратим, т. е. никаких дальнейших химических превращений материал не претерпевает. Представителями термопластов являются полиэтилен, полистирол, полиамиды и др.

**Термореактивные полимеры** при нагревании размягчаются, затем вследствие протекания химических реакций затвердевают и в дальнейшем остаются твердыми. Отвержденное состояние полимера называется термостабильным.

Примером термореактивных полимеров могут служить фенолоформальдегидная, глифталевая и другие смолы.

## 2.2 Пластмассы

**Пластмассами** называют искусственные материалы, получаемые на основе органических полимерных связующих веществ. В состав пластмасс входят связующее, наполнители, красители и пластификаторы. В зависимости от природы связующего переход отформованной массы в твердое состояние совершается или при дальнейшем ее нагревании, или при последующем охлаждении.

В состав пластмасс входят:

- основа - полимерное связующее (смолы);
- наполнители;
- катализаторы;
- пластификаторы;
- стабилизаторы;
- красители и другие добавки.



**Рисунок 6 - Классификация пластмасс**

Термопласты производят на основе термореактивных смол - полиэфиров: фенолформальдегидных, аминокальдегидных, эпоксидных, полиамидных, кремнийорганических, ненасыщенных. Пластмассы на основе этих смол отличаются повышенной прочностью, не склонны к ползучести и способны работать при повышенных температурах. Термопласты обычно изготавливают без наполнителя. Из большой группы таких пластмасс основными являются: полиэтилен, поливинилхлорид, полиамиды (нейлон, капрон), полистирол, органическое стекло, фто-

ропласт-4. Из термопластов изготавливают литые, пленочные и листовые изделия, которые обладают хорошими электроизоляционными свойствами, химически стойки в агрессивных средах и к атмосферным воздействиям, отличаются высокой стойкостью к истиранию, вибрации. Однако термопласты обладают хладотекучестью, поэтому изделия из них не могут долго работать под напряжением вследствие понижения их прочности.

Реактопласты характеризуются отсутствием хладотекучести, большой теплостойкостью и нерастворимостью в обычных растворителях. Основу реактопластов составляют смолы: фенолформальдегидная, эпоксидная, кремнийорганическая и др.

В зависимости от формы частиц наполнителя реактопласты можно разделить на следующие группы: порошковые, волокнистые и слоистые. В качестве порошковых наполнителей применяют древесную муку, молотый кварц, слюду, асбест и др. Порошковые пластмассы применяют для несилевых конструктивных и электроизоляционных деталей.

К пластмассам с волокнистыми наполнителями относятся волокниты, асбоволокниты, стекловолокониты. Волокниты применяют для изготовления деталей общего технического назначения (рукояток, фланцев, шкивов и др.), асбоволокниты используют в качестве материала тормозных устройств, стекловолокониты — для изготовления силовых электротехнических деталей, деталей машиностроения.

Слоистые пластмассы являются силовыми конструктивными и подделочными материалами. К ним относятся гетинакс, текстолит, древеснослоистые пластики (ДСП), асботекстолит, стеклопластики. Гетинакс используют в качестве прокладок или плат для приборов электрооборудования, внутренней облицовки пассажирских кабин самолетов, железнодорожных вагонов, кают судов, в строительстве. Текстолит как конструктивный материал применяют для зубчатых колес газораспределительного вала.

Древеснослоистые пластики имеют высокие физико-механические свойства, низкий коэффициент трения. Они с успехом заменяют текстолит и цветные сплавы. ДСП применяют при изготовлении внутренних панелей автобусов, сидений автомобилей.



Асботекстолит является одновременно конструкционным, фрикционным и термоизоляционным материалом. Из него изготавливают фрикционные диски, тормозные колодки, лопадки ротационных бензонасосов.

Промышленность выпускает большое число марок стеклопластиков для различного применения с разными наполнителями (стеклоткань или стекланный шпон) и связующими. Они отличаются большим разнообразием свойств, однако все обладают высокой прочностью, низкой плотностью, высокими электро-, тепло- и звукоизоляционными свойствами, химической стойкостью. Их применяют в качестве несущих деталей летательных аппаратов, для изготовления автоцистерн, железнодорожных вагонов, корпусов лодок и др.

К газонаполненным пластмассам относятся пенопласты, поропласты и сотопласты. Они отличаются чрезвычайно низкой плотностью и высокими теплозвукоизоляционными свойствами. Газонаполненные пластмассы используют как амортизационный материал в сидениях автомобилей, а также в качестве теплоизоляционных материалов, например в целнометаллических рефрижераторных полуприцепах, для звукоизоляции кабин тракторов, экскаваторов и других машин.

В качестве связующих для большинства пластмасс используют синтетические смолы, реже применяются эфиры целлюлозы. Многие пластмассы, главным образом термопластичные, состоят из одного связующего вещества, например, полиэтилен, органическое стекло и др.

В качестве наполнителей используются 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.). Пластификатор сообщает пластмассе эластичность, облегчает ее обработку. Наконец, исходная композиция может содержать отвердители (различные амины) или катализаторы (перекисные соединения) процесса отверждения термореактивных связующих, ингибиторы, предохраняющие полуфабрикаты от их самопроизвольного отверждения, а также красители (минеральные пигменты и спиртовые растворы органических красок, служащие для декоративных целей).

Термопласты удобны для переработки в изделия, дают незначительную усадку при формовании (1...3%). Материал отличается большой упругостью, малой хрупкостью и способностью к ориентации. Обычно термопласты изготавливают без наполнителя. В последние годы стали применять термопласты с наполнителями в виде минеральных и синтетических волокон (органопласты).

Термореактивные полимеры после отверждения и перехода связующего в термостабильное состояние хрупки, часто дают большую усадку (до 10...15%) при их переработке, поэтому в их состав вводят усиливающие наполнители.

По виду наполнителя пластмассы делят на следующие виды:

- порошковые (пресс-порошки с наполнителями в виде древесной муки, сульфитной целлюлозы, графита, талька, измельченных стекла, мрамора, асбеста, слюды);
- волокнистые (с наполнителями в виде очесов хлопка и льна, стеклянного волокна, асбеста);
- слоистые (содержащие листовые наполнители (листы бумаги, хлопчатобумажные, стеклянные, асбестовые ткани, древесный шпон);
- крошкообразные (наполнитель в виде кусочков ткани или древесного шпона, пропитанных связующим);
- газонаполненные (наполнитель – воздух или нейтральные газы). В зависимости от структуры последние подразделяют на пенопласты и поропласты.

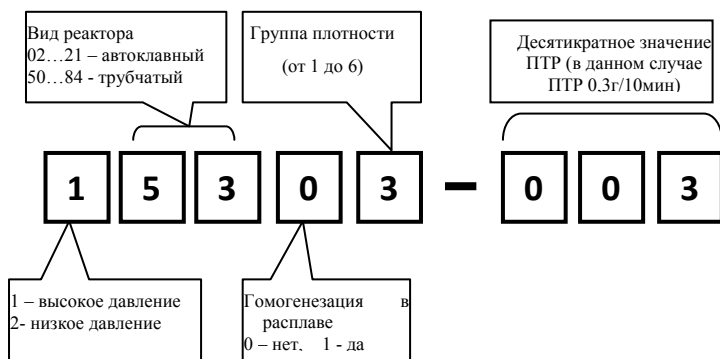
Пластмассы по своим физико-механическим и технологическим свойствам являются наиболее прогрессивными и часто незаменимыми материалами для машиностроения.

Недостатками пластмасс являются невысокая теплостойкость, низкие модуль упругости и ударная вязкость по сравнению с металлами и сплавами, а для некоторых пластмасс – склонность к старению.

**ПЭВД (полиэтилен высокого давления).** Плотность ПЭВД: 0,91-0,92 г/см<sup>3</sup>. Стандарт установлен на 8 базовых марок, получаемых автоклавным методом, и 21 базовую марку, получаемую в реакторе.

Стандартная маркировка конкретной модификации имеет цифровой код, который включает (рис. 7):

- первую цифру «1», указывающую на то, что это продукт высокого давления – ПВД,
- вторую и третью цифры, поясняющие способ производства: «автоклавные» марки имеют индекс от 01 до 49-ти, а «реакторные» - от 50-ти до 99-ти,
- четвертую «0» для полимерного соединения холодным смешением либо «1» - для расплавленных высокими температурами масс,
- пятую для обозначения класса плотности (от 1-го до 6-ти),
- цифры через тире являются показателями текучести.



**Рисунок 7 – Маркировка полиэтилена высокого давления**

Выпускаются следующие марки: 15303-003, 15602-008, 15902-020, 16802-070\*, 17602-006, 17702-010, 17802-015, 18002-030, 18102-035\*, 18202-055, 18302-120\*.

**ПЭНД (полиэтилен низкого давления).** Более жесткий и плотный, чем ПЭВД, хрупок. Плотность: 0,94-0,95 г/см<sup>3</sup>. Выпускается следующих марок: 20106-001, 20206-002, 20306-005, 20406-007, 20506-007, 20606-012, 20706-016, 20806-024, 20906-040, 21006-075.

Нейтральный материал кристаллической структуры, большее содержание кристаллической фазы, выше плотность, механическая прочность и теплостойкость, чем у ПЭВД, хорошие диэлектрические свойства. Химически стоек, более стоек к бензину, бензолу, хлороформу, чем ПЭВД

Методы переработки: литье под давлением; центробежное литье; экструзия; раздувка; пневматическое, вакуумное формование; штамповка; механическая обработка резанием, сверлением, фрезерованием и т.д.; сварка при расплавлении горячим воздухом; пресование; вихревое и другие виды напыления

Основное назначение: детали машин, корпусные детали, приборостроение, трубы, фитинги, емкости, электроизоляционные материалы, пленки, покрытия

**ПЭНП или ПНП** - полиэтилен низкой плотности. По сравнению с ним такие твердые полимеры, как ПНД (полиэтилен низкого давления), быстрее поддаются разрывам под действием удара, чаще ломаются на морозе и растрескиваются при увеличении нагрузки, хотя и обладают большей стойкостью к воздействию радиации, щелочей и кислот. Гранулы ПВД и изделия из них гораздо лучше переносят ультрафиолетовое излучение, а также имеют более красивую глянцевую поверхность.

**ЛПВД (линейный полиэтилен высокого давления) низкой плотности.** Линейный полиэтилен низкой плотности (ЛПНП, LLDPE) - удельный вес - 0.915–0.925 г/см<sup>3</sup>. По своей структуре, аналогичен полиэтилену ПНД. Он также имеет линейную структуру, но с гораздо более многочисленными и длинными боковыми ответвлениями, обычно получают при сополимеризации с короткоцепочечными  $\alpha$ -олефинами (1-бутен, 1-гексен, 1-октен).

По сравнению с ПЭНП линейный полиэтилен более прочен на разрыв, устойчивее к удару и проколу. Этим линейный полиэтилен сильно напоминает ПЭВП, обладая при этом столь же низкой плотностью и высокой пластичностью, как ПЭНП. При всем при этом линейный полиэтилен требует особой, более сложной технологии переработки.

Основные преимущества линейного полиэтилена низкой плотности заключаются в: высокой химической стойкости; высоких эксплуатационных характеристиках, как при достаточно высоких, так и низких, температурах; большой устойчивости к **растрескиванию; улучшенной стойкости к проколу.**

**ЛПНП (линейный полиэтилен)**, как и ПНД, имеет жесткую структуру, но по своим техническим характеристикам находится между ПВД и ПНД. Более стоек к химически агрессивным средам, чем ПЭНП, и имеет большую устойчивость к проколу и растрескиванию, чем ПНД.

Выделяют три группы линейного полиэтилена - **гексеновый, бутеновый и октеновый**. Они различаются по степени прочности. Октеновый ЛПНП является наиболее прочным, гексеновый – менее прочный и бутеновый ЛПВД – наименее прочный материал из этих трех. В плане стоимости они тоже различны. Самый дорогой – это, соответственно, самый прочный - октеновый ЛПНП.

Классификация в соответствии с методом переработки. Выделяют три вида ЛПНП: литьевой, стретч-пленки и бак из линейного полиэтилена.

**ЛПНП литьевой.** Для литьевого линейного полиэтилена характерно при разрыве высокое значение удлинения и прекрасная прочность при растяжении. Высокая температура плавления в 118°C сделала возможным его применение для фасовки горячей еды. Литьевой ЛПВД отличается хорошей эластичностью расплава.

**ЛПНП пленочный.** Почти во всех сферах производства пленки используют линейный полиэтилен - в чистом виде, а также в смесях с полиэтиленом высокой плотности. Применение ЛПНП дает возможность уменьшить толщину пленки приблизительно на 20...40 % в сравнении с традиционным полиэтиленом, что, естественно, приводит к экономии сырья.

**ЛПНП ротационный.** Ротационное формование является довольно новым методом переработки полимера, стремительно развивающимся в течение последнего десятилетия.

**ПЭСД (полиэтилен среднего давления) (MDPE).** Самый жесткий из полиэтиленов. Плотность: 0,96...0,97 г/см<sup>3</sup>. Все виды полити-

лена размягчаются при помещении в кипящую воду. При комнатной температуре нерастворимы в органических растворителях. При температуре 100 °С и выше полностью растворяются в бензоле. Плавают в воде. ПСД обладает хорошей устойчивостью к ударам и на излом, менее подвержен царапинам более устойчив к растрескиванию, чем ПВД.

Характеристики ПСД практически ни чем не отличаются от характеристик ПНД,

### **Пенополиэтилен**

Губчатая масса белого цвета. Свойства при горении, см. ПЭВД.

Код маркировки изделия должен быть присвоен производителем. Код маркировки включает в себя следующие характеристики и их обозначения:

- пенополиэтилен.....ftf73(PEF);  
-обозначение настоящего стандарта..... ГОСТ Р 56729-2015 (EN 14313:2009):

- максимальная рабочая температура.....ST(+)
- минимальная рабочая температура.....ST(-);;
- водопоглощение.....WS>;
- характеристика паропроницаемости.....M1/(ц);
- остаточное содержание хлорид-ионов.....CU •
- остаточное содержание фторид-ионов.....F/;
- остаточное содержание ионов натрия.....NA;.
- остаточное содержание силикат-ионов..... S&
- рН.....рН.
- индекс звукопоглощения.....AW\*

Пример кода маркировки изделия из пенополиэтилена: ГОСТ Р 56729 - 2015 (EN 14313:2009) - nr)O(PEF) - ST(\*)10O - ST(-)S0- » 0.005 - AW0.3 - CL0.0S.

Существует две разновидности пенополиэтилена по способу получения и структуре: несшитая пена (общепринятое обозначение **ППЭ**); сшитая пена (аббревиатура **ППЭ**).

В области автомобилестроения пенополиэтилен используется для звукоизоляции салона или виброизоляции в колесных арках. Технические характеристики материала позволяют так же изготавливать из него различные уплотнители и прокладки, которые применяются

практически в любых узлах и агрегатах современных автомобилей. В большегрузных фургонах-рефрижераторах листами пенополиэтилена производят изоляцию багажных отсеков.

**ПП (Полипропилен).** Полипропилен представляет собой гранулированный полупрозрачный полимер без запаха или цвета. Имеет высокую степень кристалличности, хорошие показатели стойкости к развитию трещин от усталости материала, прекрасные антифрикционные свойства, хорошую теплостойкость и высокие диэлектрические показатели. Плотность ПП: 0,9-0,91 г/см<sup>3</sup>.

Полипропилен производства России состоит из пяти марок. Содержит материал различную информацию в цифровом коде. Первое число обозначает давление при котором происходил процесс синтеза (показатель 2 означает низкое давление, 0 – среднее давление). Второе число обозначает вид материала из которого изготовляли полипропилен (1- гомопропилен, 2 – блок-сополимер, 3 – статический полимер), следующие три цифры означают показатель текучести расплава, после тире указывают номер рецептуры стабилизации, который был использован, через запятую возможные числа и цвета рецептур окрашивания.

01003 – применяют для изготовления листов, труб, фитингов;

01030 – основной компонент при изделии бытового и технического назначения, детских игрушек;

01250 – используют при изготовлении тонкостенных игрушек при скоростном литье;

21030-16N – пленки, нити, бытовые изделия, контактирующие с продуктами;

21270D – основа натканых материалов, изделий из сложного профиля;

21007-30T –компонент при производстве листов, деталей трубопроводов, изделий имеющих контакты с продуктами;

1035-08 – основа пленочных нитей и монопнитей из текстиля.

Импортный полипропилен имеет другие кодировки:

Полипропилен из Финляндии имеет маркировку «НВ», например импортируемый в Россию «НВ306МО». Из Норвегии полипропилен марки «НН», без содержания спирта НН315 МО. Из США «Н» серии, например «Н7500»

**ПЭТФ (Полиэтилентерефталат).** Прочный, жёсткий и лёгкий материал. Плотность ПЭТФ составляет 1,36 г/см<sup>3</sup>. Обладает хорошей термостойкостью в диапазоне температур от - 40 до + 200 °С. ПЭТФ устойчив к действию разбавленных кислот, масел, спиртов, минеральных солей и большинству органических соединений, за исключением сильных щелочей и некоторых растворителей. При горении сильно коптящее пламя. При удалении из пламени самозатухает.

Марки выпускаемого полиэтилентерефталата и области их применения:

**Марка Д** - для изготовления текстильных нитей;

**Марка Е** - для изготовления технических нитей;

**Марка ЕТ** - для изготовления нитей «Триллобал»;

**Марка ГР** - для изготовления высокомодульных низкоусадочных технических нитей;

**Марка В2** - для изготовления технических нитей, пленок;

**Марка S** - для изготовления волокна, елочных украшений;

**Марка ПН-3** - для основы пленок и магнитных лент;

**Марка F** - для производства литевых изделий предназначена для получения полиэтилентерефталата, используемого для изготовления преформы бутылки и другой упаковочной тары для пищевых продуктов;

**Марка ТС** - полиэтилентерефталат с повышенной термостабильностью, предназначенный для производства полиэфирных термостойких технических нитей.

Сополимер полиэтилентерефталата:

**Марка SF2** - для получения сополимера, используемого для изготовления бутылок, банок и другой упаковочной тары для пищевых продуктов, косметических и фармацевтических средств, моющих и других средств бытовой химии;

**Марка SN** - для изготовления полиэфирного волокна.

Обычное обозначение полиэтилентерефталата на российском рынке – ПЭТ, но могут встречаться и другие обозначения: ПЭТФ или РЕТ или РЕТР (полиэтилентерефталат), АРЕТ (аморфный полиэтилентерефталат).



В промышленном масштабе ПЭТ начал выпускаться как волокнообразующий полимер, но вскоре занял одно из ведущих мест и в индустрии полимерной упаковки. По темпам роста потребления в настоящее время полиэтилентерефталат является наиболее быстрорастущим полимерным материалом. Волокнообразующий полиэтилентерефталат известен на рынке под торговыми марками лавсан или полиэстер.

**СЭП - сополимер этилена с пропиленом** обладает повышенной устойчивостью к растрескиванию и эластичностью при большой механической прочности по сравнению с ПЭВД. СЭП применяется в кабельной промышленности для производства изделий литьем под давлением, экструзией и экструзионно - раздувным формованием (бутыли, флаконы, канистры, трубы).

СЭП выпускается следующих марок:

**PP7445LM** - обладает повышенной долговременной термостабильностью, стойкостью к термоокислительной деструкции в процессе производства ПП, его переработке и эксплуатации изделия. Улучшенная реология расплава. Содержит в рецептуре стабилизации высокоэффективный стабилизатор, антистатик, скользящую добавку, нуклеатор. Область применения: крышки, колпачки, изготавливаемые методами инъекционного или компрессионного формование.

**PP8300G** - говышенная долговременная термостабильность, стойкость к термоокислительной деструкции в процессе производства ПП, его переработке и эксплуатации изделия. Улучшенные антистатические свойства для производства изделий.

**PP8332M** - высокая долговременная термостабильность, стойкость к термоокислительной деструкции в процессе производства ПП, его переработке и эксплуатации изделия. Область применения: Корпуса аккумуляторов. Отделочные материалы для багажных сумок. Кабели и провода.

**PP8348P** - обладает повышенной долговременной термостабильностью, стойкостью к термоокислительной деструкции в процессе производства ПП, его переработке и эксплуатации изделия, улучшенными антистатическими свойствами, эффективным нуклеированием. Область применения: упаковка, посуда, литье под давлением.

**PP8348SM** – обладает повышенной долговременной термостабильностью, стойкостью к термоокислительной деструкции в процессе производства ПП, его переработке и эксплуатации изделия. Область применения: упаковка, детали для автомобилестроения методом литьевого формования.

**PP8400N** – обладает повышенными физико-механическими показателями для производства полимерных изделий с высокой стойкостью к растрескиванию и морозостойкостью (повышенный модуль упругости при изгибе). Область применения: упаковка, посуда, компаундирование, автомобильные изделия методом литья под давлением.

**PP9240M** – обладает повышенной долговременной термостабильностью, стойкостью к термоокислительной деструкции в процессе производства ПП, его переработке и эксплуатации изделия. Область применения: тара, литьевое формование.

**PP9240P** - обладает очень высокой долговременной термостабильностью, стойкостью к термоокислительной деструкции в процессе производства ПП, его переработке и эксплуатации изделия, эффективным нуклеированием. Область применения: компаундирование, литье под давлением.

**СЭВ (СЭВИЛЕН)** - сополимер этилена с винилацетатом, различающиеся содержанием винилацетата, который варьируется в диапазоне 10...60 %. СЭВИЛЕН - характеризуется прозрачностью, нетоксичностью, устойчивостью к старению и стабильностью при переработке. Выпускаются следующие марки.

**Сэвилен 11104-030** - предназначен для изготовления выдувных изделий, шлангов, прокладок, игрушек. Из него получают атмосферостойкие, прозрачные пленки, обладающие, по сравнению с полиэтиленовыми пленками, более низкой температурой плавления.

**Сэвилен 11306-075** - предназначен для изготовления выдувных изделий, шлангов, прокладок, игрушек. Из него получают атмосферостойкие, прозрачные пленки, обладающие, по сравнению с полиэтиленовыми пленками, более низкой температурой плавления.

**Сэвилен 11607-040** - предназначен для использования его в качестве покрытия бумаги и картона при производстве тары. Обладает

высокими адгезионными свойствами и хорошей совместимостью с восками.

**Сэвилен 11507-070** - предназначен для использования его в качестве покрытия бумаги и картона при производстве тары, а также для приготовления на его основе клеев-расплавов. Клеи-расплавы не содержат растворителей, при комнатной температуре – это твердые вещества. Используются они в расплавленном виде при температуре 120 – 200 °С. Клеи-расплавы на основе сэвилена широко применяются в полиграфической, мебельной, обувной и других отраслях промышленности.

**Сэвилен 12206-007** - предназначен для изготовления пленок, листов, труб, медицинских и фармацевтических товаров, профильных изделий.

**Сэвилен 12306-020** - предназначен для изготовления пленок, листов, труб, медицинских и фармацевтических товаров, профильных изделий.

**Сэвилен 11708-210** - предназначен для использования его в качестве покрытия бумаги и картона при производстве тары, а также для приготовления на его основе клеев-расплавов. Клеи-расплавы не содержат растворителей, при комнатной температуре – это твердые вещества. Используются они в расплавленном виде при температуре 120 – 200 °С. Клеи-расплавы на основе сэвилена широко применяются в полиграфической, мебельной, обувной и других отраслях промышленности.

**Сэвилен 11808-340** - предназначен для использования его в качестве покрытия бумаги и картона при производстве тары, а также для приготовления на его основе клеев-расплавов. Клеи-расплавы не содержат растворителей, при комнатной температуре – это твердые вещества. Используются они в расплавленном виде при температуре 120 – 200 °С. Клеи-расплавы на основе сэвилена широко применяются в полиграфической, мебельной, обувной и других отраслях промышленности.

**Сэвилен 12508-150** - предназначен для изготовления изделий технического назначения, сельскохозяйственной пленки, термоусадочных изделий, игрушек.

**Сшитый полиэтилен (РЕХ)** - полиэтилен с большим молекулярным весом, получаемый из обычного ПНД путем сшивания его линейных молекул при помощи ионизирующего излучения (РЕ-Хс), органосилоксанов (РЕ-Хb) или пероксидов (РЕ-Ха) с помощью повышенного давления, которое вызывает образование поперечных дополнительных связей. Сшитый полиэтилен имеет большую прочность и теплостойкость, не течет при нагреве. Применяется РЕХ для систем водоснабжения, трубопроводов, отопления.

Сшитый полиэтилен делится на 4 вида: пероксидный; азотный; силановый; радиационный.

Из шитых полиэтиленов больше всего используется Rex – b, так как он более экономичен в производстве.

**Вспененный полиэтилен.** Пенополиэтилен - производство осуществляется за счет высокого давления, при котором происходит вспенивание приготовленной смеси (бутан + пропан). Особенности пенополиэтилена Низкая теплопроводность. Это качество материала прекрасно используется для теплоизоляции зданий и сооружений. Пенополиэтилен бывает : «простым», фольгированным, армированным (например, стеклотканью, применяется для теплиц) и др. Все это достигается путем введения в состав различных добавок. Водоотталкивающие позволяет использовать для защиты поверхностей, подвергающихся постоянному воздействию жидкостей. Дополнительные плюсы материала: высокие звукоизоляционные качества, прост в использовании, способность снижать вероятность воспламенения других материалов, долговечность, эластичность, износостойкость. Не повреждается насекомыми, грызунами, плесенью или грибок. Некоторые виды продукции могут эксплуатироваться в диапазоне температур =240 °С (от -60 до +180). Возможность ламинирования практически любым материалом (пленками, лавсаном, бумагой и другими).

Материал выпускается толщиной от 0,5 мм до 2 см, что позволяет его использовать универсально. Самое распространенное использование – для снижения теплопотерь различными конструкциями (тепловая изоляция), изделия с односторонним фольгированием отлично подходят для крепления на стену сзади радиаторов отопления, эффективность приборов при этом повышается на 1/3.

Весь пенополиэтилен условно можно разделить на три больших класса:

- газовспененный несшитый пенополиэтилен (Н ППЭ);
- химически сшитый пенополиэтилен (ХС ППЭ);
- физически сшитый пенополиэтилен (ФС ППЭ).

Газовспененный несшитый пенополиэтилен выпускается под торговыми марками: **Теплофлекс, Вилатерм, Изонел, Плэнекс, НПЭ-Изолон, Неофлекс, Энергофлекс, Порилекс, Джермафлекс, Изоком ППИ.**

Химически сшитый пенополиэтилен выпускается под торговыми марками: **Polifoam, Пенолон, Татфоум.**

Физически сшитый пенополиэтилен выпускается под торговыми марками: **Этафом, Пенолон-Р, ППЭ-Изолон, Хитфом.**

**Хлорсульфированный полиэтилен (ХСП)** - каучукоподобный полиэтилен, получаемый при его взаимодействии с сернистым ангидридом и хлором. Хлорсульфированный полиэтилен растворяется в хлорированных углеводородах и ароматических растворителях (ксилоле, толуоле), плохо - в ацетоне и не растворяется в алифатических углеводородах, разрушается под действием уксусной кислоты, ароматических и хлорированных углеводородов. Используется хлорсульфированный полиэтилен для получения износостойких и коррозионно-стойких покрытий полов, а также клеев и герметиков. На основе ХСП получают атмосферостойкие и коррозионностойкие краски и лаки для защиты бетона, металла и других материалов от химически агрессивных и атмосферных воздействий.

Отечественные марки ХСП. На основе ПЭ низкой плотности разработаны 6 типов **ХОПЭ** (А, Б, П, Л, С, Ж), а на основе ПЭ высокой плотности - **ХСПЭ-40**. Молекулярная масса исходных полиэтиленов 20...30 тыс. ХОПЭ выпускают в виде гранул длиной 0,3...0,5 см от белого до светло-коричневого цвета, содержание хлора 26...37 %, серы 1,3...2,2 %. Они легко смешиваются с другими ингредиентами при температуре валков 40 °С.

**ХСПЭ** марок А и Б предназначен для применения в резиновой, кабельной, шинной и других отраслях промышленности; **ДСПЭ-П** пригоден для прочих потребителей, не предъявляющих высоких тре-

бований к физико-механическим свойствам; **ХСЛЭ-Л** лучше всего использовать для изготовления бытовых изделий целевого назначения; для промышленности полимерных строительных материалов разработан **ХСПЭ-С**, а для изготовления лакокрасочных материалов, используемых для железобетона и строительных конструкций, рекомендуется **ХСПЭ-Ж**; **ХСПЭ-40** имеет лучшие технологические и механические свойства, огне-, масло- и бензостойкость, наилучшую химическую стойкость и предназначен для кабельной, резинотехнической, текстильной и автомобильной отраслей промышленности. ХСПЭ не взрывоопасен, не воспламеняется и не токсичен. Для определения свойств ХСПЭ применяют стандартную рецептуру:

Зарубежные марки ХСПЭ. В США выпускается ХПЭ торговых марок «Хайпалон», «Плаекон» и «Тайрин», в Англии — «Галофлекс», в Японии «Элас - лен», в ФРГ изготавливается гомогенная смесь ХПЭ и ПВХ торговой марки «Хосталит Ц».

**Сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМП)** - высокопрочный полиэтиленом для экстремальных условий, получаемый при низком давлении с достаточно высокой степенью полимеризации. Отличительные особенности: морозостойкость, коррозионная стойкость, ударопрочность, стойкость к абразивному воздействию, низким коэффициентом трения, физиологической инертностью. СВМП образует высокопрочные нити, которые используются для изготовления сверхпрочных волокон, ударопрочных, маслобензостойких резинотехнических композиционных материалов, защитных полимерных покрытий, удлиняющих эксплуатационный срок изделий в два раза.

СВМП полиэтилен используется для изготовления деталей и элементов конструкций, подвергающихся ударной нагрузке, фильтров для пищевой и химической промышленности, сверхпрочных тканей и нитей, а также изготовления спортивного инвентаря.

Маркируется следующим образом, например: СВМП 980/80, где СВМП - сверхвысокомолекулярный полиэтилен, 980 – плотность ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ), 80 – истираемость ( $\text{см}^3/\text{кВт}$ ).

**ПС (Полистирол).** При сгибании полоска ПС легко гнется, потом резко ломается с характерным треском. На изломе наблюдается мелкозернистая структура. Горит ярким, сильно коптящим пламенем

(хлопья кофоти тонкими паутинками взмывают вверх). Запах сладковатый, цветочный. ПС хорошо растворяется в органических растворителях (стирол, ацетон, бензол). Плотность ПС: от 1,05 до 1,08 г/см<sup>3</sup>. Тонет в воде.

В зависимости от свойств и назначения в соответствии с ГОСТ 20282-86 установлены следующие марки полистирола общего назначения:

- получаемого полимеризацией в массе:

**ПСМ-115** - для изготовления методом литья под давлением изделий технического назначения и товаров народного потребления;

**ПСМ-111** - повышенной теплостойкости, для изготовления светотехнических изделий методом литья под давлением и товаров народного потребления;

**ПСМ-118** - для изготовления методом литья под давлением изделий сложной конфигурации технического назначения и товаров народного потребления. Марка характеризуется высокой текучестью;

**ПСМ-151** - повышенной теплостойкости и низкой текучести, для изготовления листов, профилей, пленок и нитей методом экструзии, товаров народного потребления; для производства нитей предназначен только высший сорт;

- суспензионного:

**ПСС** - для изделий технического назначения и товаров народного потребления;

- эмульсионного:

**ПСЭ-1** - для получения пенопластов;

**ПСЭ-2** - для продукции технического назначения; допускается применение для изготовления пеноплит.

Условное обозначение марок полистирола общего назначения состоит из сокращенного назначения материала (ПС), способа получения (Э – эмульсионный; М – полимеризация в массе (блочный); С – суспензионный), цифрового обозначения марки, указания рецептуры светостабилизации, наименования цвета, указания рецептуры окрашивания цвета, сорта и обозначения стандарта. В обозначение поверхностно обработанного полистирола вводят буквенный эквивалент «С» перед указанием сорта.

Пример условного обозначения полистирола общего назначения блочного марки 111, светостабилизированного, красного цвета, высшего сорта по ГОСТ 20282-86:

**ПСМ-111-20**, красный, рец. 136П, высший сорт ГОСТ 20282-86.

Пример условного обозначения полистирола общего назначения блочного марки 151, неокрашенного, поверхностно обработанного, первого сорта по ГОСТ 20282-86:

**ПСМ-151 «С»**, первый сорт ГОСТ 20282-86.

Ударопрочный полистирол – непрозрачный бесцветный материал, продукт привитой сополимеризации стирола с бутадиеновым или бутадием-стирольным каучуком, имеющий двухфазную структуру. Непрерывная фаза (матрица) образована полистиролом. Дискретная фаза (микродель) – частицами каучука овальной формы с размерами 2-5 мкм. Каучуковые частицы окружены тонкой пленкой привитого сополимера стирола на каучуке, а внутри частиц содержится также окклюдируемый полистирол, в результате чего увеличивается эффективный объем каучуковой фазы. От объема последней во многом зависят свойства ударопрочного полистирола. Ударопрочный полистирол выпускается стабилизированным, в виде белых гранул. Основные методы переработки – литье под давлением и экструзия листа с последующим пневмо- или вакуумформованием.

Условное обозначение ударопрочного полистирола в соответствии с ГОСТ 28250-89 состоит из букв УП – ударопрочный, сразу за которыми указывается метод синтеза полистирола: М – полимеризацией в массе, Э – полимеризацией в эмульсии, С – полимеризацией в суспензии. Далее через тире две цифры обозначают ударную вязкость. Следующие две цифры указывают удесятеренное содержание остаточного мономера. Кроме того, в марку может включаться буква, обозначающая предпочтительный способ переработки.

Пример условного обозначения ударопрочного полистирола, полученного полимеризацией в массе с ударной вязкостью 7 кДж/м<sup>2</sup> и остаточным содержанием мономера 0,3 %, предназначенного для переработки экструзионным методом: УПМ-0703 Э.

Обычное обозначение полистирола на российском рынке ПС, но могут встречаться и другие обозначения: PS или GPPS или PS-GP или



XPS или Crystal PS (полистирол общего назначения), УП или УПС или HIPS или PS-HI или PS-I (ударопрочный полистирол), MIPS или IPS или PS-I (ударопрочный полистирол средней ударной прочности), SHIPS (ударопрочный полистирол сверхвысокой ударной прочности).

**Пенопласт (Пенополистирол).** Легкий, пористый материал белого цвета. Один из лучших и доступных тепло-звукоизоляционных материалов. Объемная масса: 0,01-0,1 г/см<sup>3</sup>. Проба на горение аналогична полистиролу. Легко растворяется в ацетоне.

По маркам пенопласт различается исходя из своих физических характеристик. Марки пенополистирола обозначены стандартом ГОСТ-15588-86:

- название продукта: плиты пенополистирольные (ПСБ);
- указание на наличие или отсутствие антипирена: ПСБ - обычные или ПСБ-С - самозатухающие;
- плотность (марка): **ПСБ-С-15, ПСБ-С-25, ПСБ-С-35, ПСБ-С-50.**

**ПВХ (Поливинилхлорид).** Эластичен, трудногорюч (при удалении из пламени самозатухает). При горении сильно коптит, в основании пламени можно наблюдать яркое голубовато-зеленое свечение. Очень резкий, острый запах дыма. При сгорании образуется черное, угледобное вещество (легко растирается между пальцами в сажу). Растворим в четыреххлористом углероде, дихлорэтано. Плотность: 1,38-1,45 г/см<sup>3</sup>.

Поливинилхлорид или ПВХ – это многотоннажный полимер, относящийся к группе галогенпроизводных углеводородом и имеющих общетехническое назначение. ПВХ пластики (по объему производства) стоят на 2м месте после полиолефинов. Основным сырьем для производства поливинилхлорида является хлор (пятьдесят семь процентов), поэтому он, в отличии от других полимеров, менее зависим от постоянно дорожающего и нестабильного рынка нефти. Помимо этого в производстве поливинилхлорида расходуется примерно тридцать процентов хлора (в качестве побочного продукта), что говорит о защите окружающей среды.

Поливинилхлорид является универсальным полимером, дающим большой ассортимент изделий и материалов: мягких, жестких,

непрозрачных, прозрачных, использующихся в разных температурных режимах.

Получение поливинилхлорида осуществляется тремя способами полимеризации винилхлорида:

1. суспензионный (большая часть – 80 %)
2. эмульсионный (10 %)
3. массовый (10 %)

Каждый способ производства имеет свою маркировку, которая зависит от свойства и назначения смолы ПВХ и определяет ее цену. Марки поливинилхлорида, полученного суспензионным методом, обозначаются как ПВХ-С, эмульсионным - ПВХ-Е, массовым - ПВХ-М. Две первые цифры после букв - это минимальная величина КФ (клубочковой фильтрации). Последняя буква, которая находится после цифр, указывает на возможное применение поливинилхлорида данной марки (буква М — мягкие изделия, Ж — жесткие изделия, П — пасты).

**Смола ПВХ-С-7059-М** - поливинилхлорид суспензионный, применяется для производства следующих пластифицированных изделий: светотермостойкий кабельный пластикат, медицинский пластикат, пленочные материалы, искусственная кожа, высокопрочные трубы, специальный линолеум.

**Смола ПВХ-С-6359-М** - поливинилхлорид суспензионный, используется для производства пластифицированных и полужестких изделий общего назначения (искусственная кожа, пленка, линолеум) и листов специального назначения.

**Смола ПВХ-С-6768-М** - поливинилхлорид суспензионный, применяется для производства труб, профильно-погонажных изделий и прочих пластифицированных материалов (в основном это оконные конструкции).

**Смола ПВХ-С-7058-М** - поливинилхлорид суспензионный, применяется для производства следующих пластифицированных изделий: светотермостойкий кабельный пластикат, медицинский пластикат, пленочные материалы, искусственная кожа, высокопрочные трубы, специальный линолеум.

**Смола ПВХ-СИ-67** - поливинилхлорид суспензионный, используется для изготовления следующих изделий: жесткие и гибкие пресования, канализационные напорные и дренажные трубы, строительные и оконные профили, фитинги, тара, упаковка, подоконники.

**Смола ПВХ-СИ-64** - поливинилхлорид суспензионный, применяется для производства мягких и твердых профилей, мягкой и твердой пленки, листов, плит, панелей для стен, плитусов, гофрированных труб, кабельных каналов, литевых под давлением изделий, тары.

**Смола ПВХ-СИ-70** – поливинилхлорид суспензионный, используется для изоляции кабелей и проводов, материалов из пленки, медицинского пластика, высокопрочных труб, искусственной кожи, оконных и строительных профилей.

Все выше перечисленные марки суспензионного поливинилхлорида производятся на отечественных предприятиях химической промышленности. Однако, данный продукт производят и за рубежом, соответственно и маркировка у зарубежного поливинилхлорида совсем иная. Импортная суспензионная смола обозначается буквами SG. Приведем несколько примеров ПВХ марок, производимых известными китайскими компаниями XINJIANG TIANYE FOREIGN TRADE CO LTD и XINJIANG ZHONGTAI CHEMICAL CO. LTD.

**Смола ПВХ SG-3** - используется для производства светотермостойких кабельных пластикатов, медицинского пластика, пленочного материала, искусственной кожи, труб высокой прочности, откосов, подоконных панелей.

**Смола ПВХ SG-5** - используется для производства канализационных и водопроводных труб, погонажных и профильных изделий (откосы, отливы, оконные профили, подоконники, панели для стен, сайдинги).

**Смола ПВХ SG-7** - используется для изготовления тонкостенных профильных и погонажных изделий, панелей для стен, кабельных каналов, линолеума, искусственной кожи, пластифицированных пленок, объемной полимерной тары.

**Смола ПВХ SG-8** - используется для изготовления тонкостенных профильных и погонажных изделий, панелей для стен, кабельных

каналов, линолеума, искусственной кожи, пластифицированных пленок, объемной полимерной тары.

**ПММА (Полиметилметакрилат).** Органическое стекло. Прозрачный, хрупкий материал. Горит синевато-светящимся пламенем с легким потрескиванием. У дыма острый фруктовый запах (эфира). Легко растворяется в дихлорэтаноле.

Обычное обозначение полиметилметакрилата на российском рынке – ПММА или РММА. Сополимер метилметакрилата и акрилонитрила обозначается как А/ММА. Сополимер метилметакрилата, акрилонитрила, бутадиена и стирола, называемый прозрачным АБС – МABS. Сополимер метилметакрилата, бутадиена и стирола – МBS. Сополимер метилметакрилата и стирола – MS.

Из-за прозрачности и одной из основных областей своего применения полиметилметакрилат называют органическим стеклом или просто оргстеклом. Название германской торговой марки полиметилметакрилата – **плексиглас**. С странах СНГ торговое название полиметилметакрилата – **дакрил**. В США – **люсайт**. В Великобритании – **диакон**. В Италия – **ведрил**. В Японии – **делпет** или **парапет**. Во Франция – **ороглас**.

Классификация полиметилметакрилата (ПММА) ACRYREX:

- экструзионная марка **СМ-205** - термостойкая марка с высоким уровнем вязкости и механической прочностью. Для литья под давлением. Показатель тепловой деформации выше 100°C. Светопропускаемость – 92 %/

- марка общего назначения для литья **СМ-207** - марка средней вязкости. В основном предназначена для литья под давлением. Обладает широким спектром применения, соответствующей текучестью и термостойкостью. Светопропускаемость – 92 %.

- высокотекучая марка, литьевая **СМ-211** - марка с низким уровнем вязкости и с высоким уровнем текучести для более легкого литья по давлением. Светопропускаемость – 92 %.

- марка общего назначения **СМ-203** - марка с высокой степенью вязкости. Светопропускаемость – 91 %.

- полиметилметакрилат **СМ-205М** - повышенная текучесть в сравнении с маркой СМ-205.

Полиметилметакрилат гранулированный **Дакрил 61**, **Дакрил 72** представляет собой термопластичный формовочный материал, который является оптически прозрачным, абсолютно бесцветным, свето- и атмосферостойким, имеет хорошие механические и электроизоляционные свойства. Стандартные цвета: неокрашенный, оранжевый, красный, светло-красный, белый светонепроницаемый, белый светорассеивающий, «опал», молочный, дымчатый (серый). Применяется для изготовления изделий светотехнического, технического и культурно-хозяйственного назначения методом литья под давлением. **Дакрил 81** применяется в автомобильной промышленности, в частности для изготовления деталей светотехники на автомобиле. **Дакрил 82** применяется в автомобильной промышленности, в частности для изготовления деталей светотехники на автомобиле: рассеивателей фонарей, шкал приборов. **Дакрил КАУ-1Л** и **Дакрил КАУ-1Э** применяется для изготовления ударопрочных изделий светотехнического, технического и культурно-хозяйственного назначения методом литья под давлением.

**ПА (Полиамид).** Материал имеет отличную маслобензостойкость и стойкость к углеводородным продуктам, которые обеспечивают широкое применение ПА в автомобильной и нефтедобывающей промышленности (изготовление шестерен, искусственных волокон и т. д.). ПА отличается сравнительно высоким влагопоглощением, которое ограничивает его применение во влажных средах для изготовления ответственных изделий. Горит голубоватым пламенем, образует горящие потеки. Дым с запахом паленого волоса. Застывшие капли очень твердые и хрупкие. ПА растворим в растворе фенола, концентрированной серной кислоте. Плотность: 1,1-1,13 г/см<sup>3</sup>. Тонет в воде.

В настоящее время практическое значение имеют лишь некоторые из большого числа синтезированных полиамидов:

- полиамид 6 (другие названия: поликапрамид, капрон, найлон 6);
- полиамид 66 (другие названия: полигексаметиленадипамид, анид, найлон 66);
- полиамид 12, к этой же группе можно отнести полиамид 11 (рильсан);

- полиамид 610;
- сополимеры полиамидов.

### **Марки первичного полиамида 6.**

Полиамид 6, в зависимости от диапазона значений относительной вязкости, массовой доли экстрагируемых веществ и наличия модифицирующих добавок выпускается следующих марок: **ПА 6-210/310, ПА 6-210/311, ПА 6-211-15, ПА 6-130/321, ПА 6-130, ПА 6-211-17** и др.

**Полиамид 6**, в зависимости от диапазона значений относительной вязкости, массовой доли экстрагируемых веществ и наличия модифицирующих добавок выпускается следующих марок: ПА 6-210/310, ПА 6-210/311, ПА 6-211-15, ПА 6-130/321, ПА 6-130, ПА 6-211-17 и др. Изготавливают детали конструкционного и антифрикционного назначения (втулки, ролики, кольца, вкладыши подшипников, клапана и др. изделий), которые применяются в химической промышленности, машиностроении, судостроении, авиастроении, приборостроении и т.д. Детали из полиамида 6 отлично поглощают ударные нагрузки, долговечны, имеют низкий коэффициент трения и могут работать без смазки в узлах трения. Кроме того, полиамид 6 является отличным диэлектриком, который не уступает, а по механической и тепловой стойкости превосходит такие изоляторы, как полистирол, поливинилхлорид и др.

**ПА-66** (другие обозначения ПА-66: РА 6.6, РА 6/6, Nylon 66) – это конструкционный кристаллизующийся материал с высокой механической прочностью и высокой твердостью. Температура плавления ненаполненных марок: 252 - 265 °С. Температура стеклования ненаполненных марок: 50 - 60 °С. Температура хрупкости: около 65 °С. Степень кристалличности достигает 40...70 %. Марочный ассортимент отличается широким диапазоном механических характеристик: свойства материала значительно изменяются при введении модификаторов и наполнителей. Устойчив к высоким динамическим нагрузкам. Имеет хорошие электроизоляционные свойства. Водопоглощение меньше, чем у РА 6, но выше, чем РА 12. Рекомендуется для точного литья. Устойчив к автомобильному топливу, смазкам, углеводородам, нефтяным продуктам. Отличается высокой текучестью. Требуется хорошей

сушки перед переработкой. В автомобильной промышленности используется для изготовления колпаков автомобильных колес, корпус зеркала заднего вида, кожухи вентиляторов, подогреватель воды омывателя ветрового стекла, деталей под капотом автомобиля, бачки радиаторов, крышки головки блока цилиндров.

**Полиамид 12** представляет собой продукт полимеризации додекалактама. Конструкционный кристаллизующийся материал с повышенной эластичностью. Температура плавления ненаполненных марок: 173...180 °С. Температура стеклования: 35... 37 °С. Степень кристалличности: 40...70 %. Обладает высокой ударопрочностью, в том числе при низких температурах, высокой стойкостью к растрескиванию, износостойкостью, низкое влагопоглощение, высокую стабильность размеров и диэлектрические свойства. Обладает высокой химической стойкостью (в том числе к топливам, растворителям, гидравлическим маслам). Применяются как конструкционный, электроизоляционный и антифрикционный материал.

**Полиамид 11** (Nylon 110 - конструкционный кристаллизующийся материал с повышенной эластичностью. Температура плавления ненаполненных марок: 175-187 °С. Обладает высокой ударопрочностью, в том числе при низких температурах, низкое влагопоглощение, высокую стабильность размеров и лучшие диэлектрические свойства. Обладает высокой химической стойкостью (в том числе к топливам, растворителям, гидравлическим маслам). Используется для изготовления: бесшумных зубчатых колес, детали топливной системы автомобиля, хомуты жгутов проводов.

**Полиамид 610** - продукт поликонденсации соли СГ. Литевой полиамид 610 предназначается для изготовления литьем под давлением различных изделий конструкционного и электроизоляционного назначения. Изделия могут эксплуатироваться без снижения механических свойств в интервале температур от минус 60 до плюс 70 °С.

#### **Сополимеры полиамидов.**

Один из распространенных способов модификации полиамидов - синтез сополимеров совместной поликонденсацией капролактама, соли АГ, додекалактама, взятых в различных соотношениях.

Наибольшее значение имеют:

- полиамид АК 80/20;
- полиамид ПА 6/66-3, ПА 6/66-4;
- полиамид ПА 12/6/66.

**АК 80/20** - литьевой сополимер предназначается для изготовления литьем под давлением различных изделий конструкционного назначения, применяемых в машиностроении, электротехнической промышленности, приборостроении и др. Температурный диапазон эксплуатации изделий от -50 до +70 °С. Стоек к действию углеводородов, органических растворителей, масел, разбавленных и концентрированных растворов щелочей.

**ПА 6/66-3** и **ПА 6/66-4** можно перерабатывать литьем под давлением, а также растворять в спиртоводной смеси для получения клеев и лаков, идущих в электротехническую промышленность, для получения протезно-ортопедических изделий, пленочных покрытий, для обработки кожи и бумаги.

**ПА 12/6/66** представляет собой тройную систему, состоящую из лауринлактама (додекалактама), капролактама и соли АГ. Это специально полученный термополиамид с качествами легкоплавкого клея, для швейной промышленности.

Основные марки полиамидов, выпускаемые на сегодняшний день:

**Алифатические кристаллизующиеся (гомополимеры и сополимеры):**

РА 6 - Полиамид 6, поликапроамид, капрон.

РА 66 - Полиамид 66, полигекса- метиленадипамид.

РА 610 - Полиамид 610, полигекса- метиленсебацинамид.

РА 612 - Полиамид 612.

РА 11 - Полиамид 11, полиундекан- амид.

РА 12 - Полиамид 12, полидодекан- амид.

РА 46 - Полиамид 46.

РА 69 - Полиамид 69.

РА 6/66 (РА 6.66) - Полиамид 6/66 (сополимер).

РА 6/66/610 - Полиамид 6/66/610 (сополимер)

РЕВА (ТРЕ-А, ТРА) - Термопластичный полиамидный эластомер, полиэфирблокамид.



**Алифатические аморфные:**

РА МАСМ 12 - Полиамид МАСМ 12.

РА РАСМ 12 - Полиамид РАСМ 12.

**Полуароматические и ароматические, кристаллизующиеся (РАА):**

РРА (РА 6Т, РА 6Т/6I, РА 6I/6Т, РА 6Т/66, РА 66/6Т, РА 9Т, НТН) - Полифталамиды (полиамиды на основе терефталевой и изофталевой кислот)

РА МХD6 - Полиамид МХD6.

**Полуароматические и ароматические, аморфные (РАА):**

РА 6-3-Т (РА 63Т, РА NDT/INDT) - Полиамид 6-3-Т.

**Стеклонаполненные полиамиды (Полиамиды КС и Полиамиды ДС).** Полиамиды стеклонаполненные относятся к композиционным материалам, состоящим из полиамидной смолы, наполненной отрезками стеклянных комплексных нитей. Обладают небольшой плотностью, высокой прочностью, высокой прочностью к ударным нагрузкам, хорошей масло- и бензостойкостью, низким коэффициентом трения и неплохими диэлектрическими показателями. Предназначены для изготовления различных изделий конструкционного, электротехнического и общего назначения.

**Полиуретан.** Полиуретановые эластомеры - монолитные полиуретаны, обладающие уникальным сочетанием свойств - высокой прочностью, изосостойкостью, стойкостью к ударным нагрузкам, сохраняющие высокоэластические свойства в широком диапазоне температур (от -50С до +120 °С).

Полиуретановые эластомеры применяют в качестве покрытия тянущих и направляющего валов в металлургической и химической промышленности, валов и барабанов для рубки стекловолнока, стеклоткани, бумаги, картона, ролики для конвейерных линий, массивные шины для внутривозовского транспорта, в том числе и для работ на складах - холодильниках, сита в горнорудной и пищевой промышленности, внутренние покрытия грохотов, циклонов и сепараторов, в том числе для сепарации абразивосодержащих пульп.

Благодаря повышенной износостойкости и пониженному коэффициенту трения, полиуретановые эластомеры широко используются

для изготовления прокладок и уплотнений различного назначения - статического, возвратно-поступательного действия, вращающиеся, работающие в пневматических, гидравлических системах

Наиболее распространенные марки: **СКУ-ПФЛ, СКУ-7Л, ЛУР-90 (ЛУР-ПТ), ЛУР-СТ,ЛУР-СП**. Обычное обозначение полиуретанов на российском рынке – ПУ или PU. Но могут встречаться и другие обозначения: PUR (полиуретан), TPE-U или TPU или TPUR или TP Urethane (термопластичный полиуретан), RTPU (жесткий термопластичный полиуретан), ППУ — пенополиуретан.

**Пластик АБС** - термопластичный аморфный тройной сополимер акрилонитрила, бутадиена и стирола, название которого образовано из начальных букв наименований мономеров. Продукт привитой сополимеризации стирола с акрилонитрилом и бутадиеновым каучуком, получаемый эмульсионной сополимеризацией стирола с акрилонитрилом в присутствии латекса каучука. Сочетание акрилонитрильных и бутадиеновых звеньев с фрагментами стирола обеспечивает АБС-пластику эластичность и необходимую ударпрочность, что делает его одним из самых востребованных пластиков для производства сложных формованных изделий с высокой степенью вытяжки. АБС-пластик выпускается стабилизированным в виде белых гранул или порошка.

Обычное обозначение акрилонитрилбутадиенового пластика на российском рынке – АБС-пластик, но могут встречаться и другие названия: АБС-сополимер, сополимер акрилонитрила, бутадиена и стирола, АБС, ABS.

В условном обозначении марок АБС-пластика первые две цифры означают величину ударной вязкости по Изоду, следующие две – показатель текучести расплава, буква в конце марки указывает на метод переработки или на особые свойства.

Пример условного обозначения АБС-пластика с ударной вязкостью 8 кДж/м<sup>2</sup>, показателем текучести расплава – 9 г/10 мин, с повышенной теплостойкостью: АБС-0809Т.

АБС-пластик и его композиции широко применяются в автомобильной промышленности. На его основе выпускаются пластиковые детали интерьера и внешней отделки автомобилей. Это панели, карка-

сы, щитки, облицовка дверей, обрамление окон, детали салона, колпаки колес, решетки радиатора, корпуса зеркал и фонарей, бампер, облицовка дверей. В приборостроении пластик АБС применяется в качестве конструкционного материала для корпусов электроинструментов, бытовых электроприборов, холодильников, телевизоров, аккумуляторов. На основе АБС-пластика изготавливаются диски CD и DVD.

### 2.3 Керамические и металлокерамические материалы

Керамика - группа материалов, занимающих промежуточное положение между металлами и неметаллическими элементами. Как общее правило, к классу керамики относятся оксиды, нитриды и карбиды. Так, например, некоторые из наиболее популярных видов керамики состоят из оксида алюминия ( $Al_2O_3$ ), диоксида кремния ( $SiO_2$ ), нитрида кремния ( $Si_3N_4$ ). Это относительно жесткие и прочные материалы, сопоставимые по этим характеристикам с металлами. Кроме того, типичные виды керамики очень твердые. Однако керамика исключительно хрупкий материал (практически полное отсутствие пластичности) и плохо сопротивляется разрушению. Все типичные виды керамики не проводят тепло и электрический ток (т.е. их электропроводность очень низкая).

Для керамики характерно более высокое сопротивление высоким температурам и вредным воздействиям окружающей среды. Что касается их оптических свойств, то керамика может быть прозрачным, полупрозрачным или совсем непрозрачным материалом, а некоторые оксиды, например, оксид железа ( $Fe_2O_3$ ) обладают магнитными свойствами.

Керамические материалы классифицируют по химическому составу и по назначению.

Классификация керамики по химическому составу:

1. Оксидная керамика. Данные материалы состоят из чистых оксидов  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $ZrO_2$ ,  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $BeO$ ,  $ThO_2$ ,  $TiO_2$ ,  $UO_2$ , оксидов редкоземельных металлов, их механических смесей ( $ZrO_2-Al_2O_3$  и др.), твердых растворов ( $ZrO_2-Y_2O_3$ ,  $ZrO_2-MgO$  и др.), химических соединений (муллит  $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$  и др.)

2. Безоксидная керамика. Этот класс составляют материалы на основе карбидов, нитридов, боридов, силицидов, фосфидов, арсенидов и халькогенидов (кроме оксидов) переходных металлов и неметаллов III–VI групп периодической системы.

Техническая керамика объединяет материалы, применяемые в различных областях современной техники, которые можно разделить на следующие группы:

1. Конструкционная керамика.
2. Инструментальная керамика.
3. Электрорадиотехническая керамика.
4. Керамика с особыми свойствами.

Техническую керамику можно разделить на четыре основные группы керамических материалов: силикатная керамика, оксидная керамика, неоксидная керамика и пьезокерамика. **Силикатная керамика** – разновидность керамических материалов для технических нужд, изготавливаемая в основном из природного сырья в сочетании с глиноземом (оксид алюминия, силикат алюминия). В группу **оксидной керамики** входят материалы, которые состоят в основном из оксидов металлов: оксида алюминия, оксида циркония, титаната алюминия или дисперсной керамики. В группу **неоксидной керамики** входят материалы, в основе которых лежат соединения углерода, азота и кремния, такие как карбид кремния, нитрид кремния и нитрид алюминия. В группу **пьезокерамики**, также известной под названием «функциональная керамика», входят материалы, используемые для преобразования механических параметров в электрические или, наоборот, для преобразования электрических сигналов в механическое движение или вибрацию.

**Керамика на основе чистых оксидов.** В производстве оксидной керамики используют в основном следующие оксиды:  $Al_2O_3$ ,  $ZrO_3$ ,  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $BeO$ ,  $ThO_2$ ,  $UO_2$ . Температура плавления чистых оксидов превышает  $2000\text{ }^{\circ}C$  поэтому их относят к классу высокоогнеупорных. Она обладает высокой прочностью при сжатии по сравнению с прочностью при растяжении или изгибе. С повышением температуры прочность керамики понижается. При использовании материалов в области высоких температур важным свойством является окисляе-

мость. Керамика из чистых оксидов, как правило, не подвержена процессу окисления.

**Керамика на основе  $Al_2O_3$  (корундовая)** обладает высокой прочностью, которая сохраняется при высоких температурах, химически стойкая, отличный диэлектрик. В корундовых тиглях проводят плавление различных металлов и оксидов, шлаков. Корундовый материал микролит (ЦМ-332) по свойствам превосходит другие инструментальные материалы, его плотность до  $3960 \text{ кг/м}^3$ , сопротивление сжатию до 5000 МПа, твердость – 92-93 НРА, красностойкость до  $1200 \text{ }^\circ\text{C}$ .

**Особенностью оксида циркония ( $ZrO_2$ )** является слабокислотная или инертная природа, низкий коэффициент теплопроводности. Рекомендуемая температура применения керамики из оксида циркония 2000- 2200 $^\circ\text{C}$ .

**Керамика на основе оксидов магния и кальция** стойка к действию основных шлаков различных металлов, в том числе и щелочных. Термическая стойкость их низкая.

**Керамика на основе оксида бериллия** отличается высокой теплопроводностью, что сообщает ей высокую термостойкость. Прочностные свойства материала не высокие

**Керамика на основе оксидов тория и урана** имеет высокую температуру плавления, но обладает высокой плотностью и радиоактивна.

**Бескислородная керамика.** К тугоплавким бескислородным соединениям относятся соединения элементов с углеродом ( $MeC$ ) – карбиды, с бором ( $MeB$ ) – бориды, с азотом ( $MeN$ ) – нитриды, с кремнием ( $MeSi$ ) – силициды и серой ( $MeS$ ) – сульфиды. Эти соединения отличаются высокой огнеупорностью ( $2500... 3500 \text{ }^\circ\text{C}$ ), твердостью (иногда как у алмаза) и износостойкостью по отношению к агрессивным средам. Материалы обладают высокой хрупкостью. Сопротивление окислению при высоких температурах (окалиностойкость) карбидов и боридов составляет  $900...1000 \text{ }^\circ\text{C}$ , несколько ниже оно у нитридов. Силициды могут выдерживать  $1300...1700 \text{ }^\circ\text{C}$  (на поверхности образуется пленка кремнезема).

**Карбиды.** Широкое применение получил карбид кремния – корунд ( $\text{SiC}$ ). Он обладает высокой жаростойкостью ( $1500\text{...}1600\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), высокой твердостью, устойчивостью к кислотам и неустойчивостью к щелочам; применяется в качестве нагревательных стержней, защитных покрытий графита и в качестве абразива.

**Бориды.** Эти соединения обладают металлическими свойствами, их электропроводность очень высокая ( $r_v = (12\text{-}57) \times 10^{-1}\text{ Ом м}$ ). Они износостойки, тверды, стойки к окислению. В технике получили распространение дибориды тугоплавких металлов ( $\text{TiB}_2$ ,  $\text{ZrB}_2$ ). Диборид циркония используют для изготовления термопар, работающих при температуре свыше  $2000\text{ }^{\circ}\text{C}$  в агрессивных средах, труб, емкостей, тиглей. Покрытия из боридов повышают твердость, химическую стойкость и износостойкость изделий.

**Нитриды.** Неметаллические нитриды являются высокотемпературными материалами, имеют низкую теплопроводность и электропроводимость. При обычной температуре они изоляторы, а при высокой полупроводники. Твердость и прочность этих нитридов меньше, чем твердость и прочность карбидов и боридов. Они стойки к окислению, действию металлических сплавов.

**Нитрид бора а - BN** – "белый графит" - имеет гексагональную, графитоподобную структуру. Это мягкий порошок, стойкий к нейтральной и восстановительной атмосфере, используется как огнеупорный смазочный материал, изделия из него термостойки. Другой модификацией является *b-BN* – алмазоподобный нитрид бора с кубической структурой, называемый эльбором.

**Силициды** отличаются от нитридов и боридов полупроводниковыми свойствами, окалинотойкостью, они стойки к действию кислот и щелочей. Их можно применять при температуре  $1300\text{...}1700\text{ }^{\circ}\text{C}$  при  $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$  они не реагируют с расплавленным свинцом, оловом и натрием.

**Сульфиды.** Из сульфидов нашел практическое применение только дисульфид молибдена  $\text{MoSi}_2$ , имеющий высокие антифрикционные свойства. Его применяют в качестве сухого вакуумостойкого смазочного материала.

## 2.4 Стекломатериалы

Основой неорганических материалов являются главным образом окислы и бескислородные соединения металлов. Большинство неорганических материалов содержит различные соединения кремния с другими элементами. Эти материалы объединяют общим названием силикатные. В настоящее время применяют не только соединения кремния, но и чистые окислы алюминия, магния, циркония и др., обладающие более ценными техническими свойствами, чем обычные силикатные материалы.

Неорганические материалы подразделяют на неорганическое стекло, стеклокристаллические материалы – ситаллы и керамику.

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 обеспечивается беспорядочная структура, свойственная жидкому состоянию.

В состав неорганических стекол входят:

- стеклообразующие окислы кремния, бора, фосфора, германия, мышьяка, образующие структурную сетку;

- 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 и др., которые самостоятельно не образуют структурный каркас, но могут частично замещать стеклообразующие 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 ( $Al_2O_3 - P_2O_5$ ) и др.

По содержанию модификаторов стекла бывают щелочными (содержащими окислы  $Na_2O$ ,  $K_2O$ ), бесщелочными и кварцевыми. По назначению все стекла подразделяют на технические (оптические, светотехнические, электротехнические, 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 изделий, заготовок или отдельных деталей.

Стекло органическое (оргстекло): марки, применение, технические характеристики и химически

Оргстекло **ТОСП** (ГОСТ 17622-72, ТУ 2216-271-05757593-2001) – марка пластифицированного акрилового блочного стекла с высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами, представляет собой непластифицированный полимер метилметакрилата, получаемый методом блочной полимеризации. Выпускается прозрачным бесцветным или окрашенным, в т. ч. дымчатым, непрозрачным белым, черным, любого цвета толщиной от 1,0 до 24,0 мм. Оно широко применяется в машиностроении, станкостроении, автомобилестроении, приборостроении, и других отраслях промышленности.

Стекло органическое техническое марки **ТОСН** (ГОСТ 17622-72, ТУ 2216-271-05757593-2001) представляет собой непластифицированный полимер метилметакрилата, получаемый методом блочной полимеризации. Выпускается прозрачным бесцветным или окрашенным, в т. ч. дымчатым, непрозрачным белым, черным, любого цвета толщиной от 1,0 до 24,0 мм, размерами 1500x1700 мм, 2000x3000 мм. Оно широко применяется в машиностроении, станкостроении, авто-



мобилестроении, приборостроении, и других отраслях промышленности.

Стекло органическое техническое марки **СОП** (ГОСТ 17622-72, ТУ 2216-271-05757593-2001) представляет собой непластифицированный полимер метилметакрилата, получаемый методом блочной полимеризации. Выпускается прозрачным бесцветным или окрашенным, в т. ч. дымчатым, непрозрачным белым, черным, любого цвета толщиной от 1,0 до 24,0 мм. Оно широко применяется в машиностроении, станкостроении, автомобилестроении, приборостроении, и других отраслях промышленности.

Стекло органическое светотехническое марок **СБ** и **СБПТ** (ГОСТ 9784-75) представляет собой непластифицированный полимер метилметакрилата или его сополимера, получаемый методом блочной полимеризации. Выпускается замутненным (матовым) бесцветным и окрашенным полупрозрачным толщиной от 3,0 до 6,0 мм и более. Оно широко применяется для изготовления рассеивателей светильников, других изделий светотехнического назначения в области рекламы.

Стекло органическое листовое конструкционное **СО** (ГОСТ 10667-90) представляет собой пластифицированный и непластифицированный полимер метилового эфира метакриловой кислоты. В зависимости от назначения выпускается следующих марок: СО-95К – стекло органическое пластифицированное; СО-120К – стекло органическое непластифицированное; СО-133К – стекло органическое сополимерное. Выпускаются прозрачные неокрашенные листы толщиной от 0,8 мм до 50,0 мм. Оно широко применяется в качестве конструкционного материала в машино-, приборостроении, строительстве и других отраслях промышленности.

Стекло органическое ориентированное техническое марки **СООТ** (ТУ 6-01-1348-87) представляет собой ориентированный полимер метилового эфира метакриловой кислоты. Является побочным продуктом при производстве ориентированного авиационного стекла. Выпускаются прозрачные бесцветные листы толщиной до 12 мм размерами согласно ТУ. Это ударопрочное безосколочное оргстекло, которое обладает высокой прочностью и широко применяется в про-

мышленном производстве для изготовления строительных конструкций, а также для остекления машин, тракторов, парников и т. д.

Стекло органическое экструзионное **ACRYMA 72** экструзионный акриловый пластик с улучшенными свойствами для формования. Материал пластичен и способен во время обработки выдерживать нагрузку, наиболее эффективен для изготовления объемных элементов наружных и внутренних рекламных конструкций. В состав рецептуры **ACRYMA 72** входят специальные компоненты, которые улучшают свойства для формования и гарантируют длительное использование пластика без потери потребительских свойств как снаружи, так внутри помещений. Пластик наиболее эффективен для изготовления объемных элементов наружных и внутренних рекламных конструкций.

Стекло органическое экструзионное **ACRYMA 82** экструзионный акриловый пластик с повышенной конструкционной прочностью материала. Улучшенная поверхностная твердость пластика придает любому изделию конструкционную жесткость и прочность. Материал устойчив к воздействию внешней среды и сохраняет эстетические свойства конструкции на долгие годы.

Стекло органическое экструзионное **СЭП** (ТУ 2216-213-05757593-97) получают методом экструзии низкомолекулярного полиметилметакрилата. Выпускается прозрачным, цветным толщиной от 3, 00 мм до 6, 00 мм. Оптимальный продукт для временных конструкций и изделий, не предполагающих глубокую обработку материала.

**Пленочный триплекс** изготавливается путем склеивания стекол под воздействием высокой температуры и давления готовой полимерной пленкой, например, поливинилбутиральной (PVB).

**Заливной триплекс** изготавливается путем склеивания стеклянных пластин друг с другом по всей поверхности специальной склеивающей жидкостью, который затем полностью полимеризуется под воздействием УФ-облучения.

«Триплекс» представляет собой трехслойное листовое изделие, изготовленное путем склеивания двух листов неорганического стекла с помощью бесцветных органических составов и пленок, образующих внутренний (третий) слой. В качестве наружных слоев применяют листовое полированное стекло марок М1, М2, М3 ГОСТ 111-90. В ка-

честве склеивающего материала наиболее распространены пленки. При изготовлении многослойных стекол используют поливинилбутиральную (ПВБ) пленку «Сафлекс» фирмы «Монсанто», «Трозефул», а также пленку отечественного производства.

Многослойное стекло, безопасное при эксплуатации, в зависимости от стойкости к удару мягким телом подразделяют на классы защиты **СМ1 - СМ4**;

Многослойное стекло в зависимости от стойкости к удару твердыми предметами подразделяют на классы защиты от пробивания **Р1А - Р5А**, от проникновения **Р6В - Р8В**;

Многослойное взрывобезопасное стекло в зависимости от способности воспринимать предельную величину удельного импульса взрывной ударной волны (динамическую нагрузку ВУВ), воздействующего на остекление конструкций, находящихся в свободном пространстве, подразделяют на классы защиты **К1 - К14**;

Многослойное пулестойкое стекло в зависимости от стойкости к воздействию определенных видов огнестрельного оружия и боеприпаса подразделяют на классы защиты **П1 - П6а**.

Многослойное шумозащитное стекло в зависимости от снижения воздушного шума потока городского транспорта подразделяют на классы **А - Д** по ГОСТ 23166.

Многослойное огнезащитное стекло в зависимости от стойкости к воздействию огня подразделяют по времени (в минутах) наступления потери целостности (**Е**).

Закаленное стекло представляет собой стекло, подвергнутое специальной термической обработке – закалке, в результате которой в объеме стекла возникают закономерно распределенные внутренние напряжения, повышающие механическую прочность стекла и обеспечивающие особый (безопасный) характер его разрушения.

При изготовлении закаленного стекла используют стекло листовое полированное марок М1, М2, М3 ГОСТ 111-90 и окрашенное в массу, выпускаемое по нормативной документации, утвержденной в установленном порядке (НД).

Закаленное стекло получают двух видов – плоское и гнутое. Последнее в свою очередь может иметь постоянную (одинарную) или переменную кривизну.

**Теплозвукоизоляционные стекловолоконистые материалы** имеют рыхловолоконистую структуру с большим количеством воздушных прослоек, волокна в них располагаются беспорядочно. Такая структура сообщает этим материалам малую объемную массу (от 20 до 130 кг/м<sup>3</sup>) и низкую теплопроводность.

Разновидностями стекловолоконистых 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 минус 60 до плюс 450...600 °С. Иногда стекловолоконка сочетают с термоактивной смолой, придающей матам более устойчивую рыхлую структуру (материал АТИМСС), рабочие температуры – до 150 °С. 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 теплозвукоизоляции кабин самолетов, кузовов автомашин, железнодорожных вагонов, тепловозов, электровозов, корпусов судов, в холодильной технике, ими изолируют различные трубопроводы, автоклавы и т. д.

**Ситаллы** получают на основе неорганических стекол путем их полной или частичной управляемой кристаллизации. За рубежом их называют стеклокерамикой, пирокерамами. 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 (кристаллиза-

ции). 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 др. и катализаторы кристаллизации (нуклеаторы). К числу последних относятся соли светочувствительных металлов Au, 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 др., представляющие собой глушители, распределяющиеся в стекле в виде плохо растворимых частичек.

## 2.5 Резины

**Резиной** называется продукт специальной обработки (вулканизации) смеси каучука и серы с различными добавками.

Резина как технический материал отличается от других материалов высокими эластическими свойствами, которые присущи каучуку – главному исходному компоненту резины. Она способна к очень большим деформациям (относительное удлинение достигает 1000 %), которые почти полностью обратимы. При комнатной температуре резина находится в высокоэластическом состоянии и ее эластические свойства сохраняются в широком диапазоне температур.

Модуль упругости лежит в пределах 1...10 МПа, т. е. он в тысячи и десятки тысяч раз меньше, чем для других материалов. Особенностью резины является ее малая сжимаемость (для инженерных расчетов резину считают несжимаемой). При эксплуатации толстостенных деталей (например, шин) вследствие низкой теплопроводности материала нарастание температуры в массе резины снижает ее работоспособность.

Кроме отмеченных особенностей для резиновых материалов характерны высокая стойкость к истиранию, газо- и водонепроницаемость, химическая стойкость, электроизоляционные свойства и низкая плотность.

В результате совокупности технических свойств резиновых материалов их применяют для амортизации и демпфирования, уплотне-

ния 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.

Основой всякой резины служит каучук натуральный (НК) или синтетический (СК), который и определяет основные свойства резинового материала. Для улучшения физико-механических свойств каучуков вводятся различные добавки. Вулканизирующие вещества (сера, селен) участвуют в образовании пространственно-сеточной структуры резин. 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 активаторами. Противостарители (антиоксиданты) замедляют процесс старения резины, который ведет к ухудшению ее эксплуатационных свойств. пластификаторы облегчают переработку резиновой смеси, увеличивают эластические свойства каучука, повышают морозостойкость резины. В качестве пластификаторов используют парафин, вазелин, стеариновую кислоту, битумы, дибутилфталат, растительные масла. Количество пластификаторов 8...30 % от массы каучука. Красители – минеральные или органические вводят для окраски резин.

### **Резины общего назначения**

К группе резин общего назначения относят вулканизаты неполярных каучуков - НК, СКБ, СКС, СКИ.

**НК** - натуральный каучук является полимером изопрена ( $C_5H_8$ )<sub>n</sub>. Растворяется в жирных и ароматических растворителях (бензине, бензоле, хлороформе, сероуглероде и др.), образуя вязкие растворы, применяемые в качестве клеев. При нагреве выше 80...100 °С каучук становится пластичным и при 200 °С начинает разлагаться. При температуре -70 °С 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 вулканизируют серой. Резины на основе НК отличаются высокой эластично-

стью, прочностью, водо- и газонепроницаемостью, высокими электроизоляционными свойствами.

**СКБ** - синтетический каучук бутадиеновый (дивинильный) получают по методу С. В. Лебедева. Формула полибутадиена  $(C_4H_6)_n$ . Является некристаллизующимся каучуком и имеет низкий предел прочности при растяжении, поэтому в резину на его основе необходимо вводить усиливающие наполнители. Морозостойкость бутадиенового каучука невысокая (от  $-40$  до  $-45$  °С). Он набухает в тех же растворителях, что и НК.

**СКД** - стереорегулярный дивинильный каучук по основным техническим свойствам приближается к НК. Дивинильные каучуки вулканизируются серой аналогично натуральному каучуку.

**СКС** - бутадиенстирольный каучук получается при совместной полимеризацией бутадиена  $(C_4H_6)$  и стирола. Это самый распространенный каучук общего назначения. 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 (от  $-74$  до  $-77$  °С). При подборе соответствующих наполнителей можно получить резины с высокой механической прочностью.

**СКИ** - синтетический каучук изопреновый - продукт полимеризации изопрена  $(C_5H_8)$ . Получение СКИ стало возможным в связи с применением новых видов катализаторов. По строению, химическим и физико-механическим свойствам СКИ близок к натуральному каучуку. Промышленностью выпускаются каучуки **СКИ-3** и **СКИ-3П**, наиболее близкие по свойствам к НК; каучук **СКИ-3Д**, предназначенный для получения 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 до 130 °С. Из этих резин изготавливают шины, ремни, рукава, конвейерные ленты, изоляцию кабелей, различные резинотехнические изделия.

### Резины специального назначения

Специальные резины подразделяют на несколько видов; маслобензостойкие, теплостойкие, светоозоностойкие, износостойкие, электротехнические, стойкие к гидравлическим жидкостям.

Маслобензостойкие резины получают на основе каучуков хлоропренового (наирит), СКН и тиокола.

**Наирит** является отечественным хлоропреновым каучуком. Резины на основе наирита обладают высокой эластичностью, вибростойкостью, озоностойкостью, устойчивы к действию топлива и масел, хорошо сопротивляются тепловому старению. (Окисление каучука замедляется экранирующим действием хлора на двойные связи.) По температуроустойчивости и морозостойкости (от -35 до -40 °С) они уступают как НК, так и другим СК. Электроизоляционные свойства резины на основе полярного наирита ниже, чем у резины на основе неполярных каучуков (за рубежом полихлоропреновый каучук выпускается под названием **неопрен, пербунан-С** и др.).

**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 марки: **хайкар, пербунан, буна-N** и др.). Присутствие в молекулах каучука группы *CN* сообщает ему полярные свойства. Чем выше полярность каучука, тем выше его механические и химические свойства и тем ниже морозостойкость (например, для СКН-18 от -50 до -60 °С, для СКН-40 от -26 до -28 °С). Вулканизируют СКН с помощью серы. Резины на основе СКН обладают высокой прочностью ( $\sigma = 35$  МПа), хорошо сопротивляются истиранию, но по эластичности уступают резинам на основе НК, превосходят их по стойкости к старению и действию разбавленных кислот и щелочей. Резины могут работать в среде бензина, топлива, масел в интервале температур от -30 до 130 °С. Резины на основе СКН применяют для производства ремней, конвейерных лент, рукавов, маслобензостойких резиновых деталей (уплотнительные прокладки, манжеты и т. п.).



**Полисульфидный каучук**, или **тиокол**, образуется при взаимодействии галоидопроизводных углеводов с многосернистыми соединениями щелочных металлов. Тиокол вулканизуется перекисями. Присутствие в основной цепи макромолекулы серы придает каучуку полярность, вследствие чего он становится устойчивым к топливу и маслам, к действию кислорода, озона, солнечного света. Сера также сообщает тиоколу высокую газонепроницаемость (выше, чем у НК), поэтому тиокол - хороший герметизирующий материал. Механические свойства резины на основе тиокола невысокие. Эластичность резин сохраняется при температуре от -40 до -60 °С. Теплостойкость не превышает 60...70 °С. Тиоколы новых марок работают при температуре до 130 °С.

**Акрилатные каучуки** - сополимеры эфиров акриловой (или метакриловой) кислоты с акрилонитрилом и другими полярными мономерами - можно отнести к маслобензостойким каучукам. Каучуки выпускают марок **БАК-12**, **БАКХ-7**, **ЭАХ**. Для получения высокопрочных резин вводят усиливающие наполнители. Достоинством акрилатных резин является стойкость к действию серосодержащих масел при высоких температурах; их широко применяют в автомобилестроении. Они стойки к действию кислорода, достаточно теплостойки, обладают адгезией к полимерам и металлам. Недостатками БАК являются малая эластичность, низкая морозостойкость, невысокая стойкость к воздействию; горячей воды и пара.

**СКТ** - синтетический каучук теплостойкий, представляет собой кремнийорганическое (полисилоксановое) соединение. Каучук вулканизуется перекисями и требует введения усиливающих наполнителей (белая сажа). Присутствие в основной молекулярной цепи прочной силоксановой связи придает каучуку высокую теплостойкость. Так как СКТ слабо полярен, он обладает хорошими диэлектрическими свойствами. Диапазон рабочих температур СКТ составляет от -60 до 250 °С. Низкая адгезия, присущая кремнийорганическим соединениям (вследствие их слабой полярности), делает СКТ водостойким и гидрофобным (например, применяется для защиты от обледенения). В растворителях и маслах он набухает, имеет низкую механическую прочность, высокую газопроницаемость, плохо сопротивляется истиранию. При замене

метильных групп (СН<sub>3</sub>) другими радикалами получают другие виды силоксановых каучуков.

Каучук с винильной группой (**СКТВ**) устойчив к тепловому старению и обладает меньшей текучестью при сжатии, температура эксплуатации от -55 до 300 °С. Вводя фенильную группу (С<sub>6</sub>H<sub>5</sub>), получают каучук (**СКТФВ**), обладающий повышенной морозостойкостью (от -80 до -100 °С) и сопротивляемостью к действию радиации. Можно сочетать различные радикалы, обрамляющие силоксановую связь. Так, фенилвинилсилоксановый каучук имеет повышенные механические свойства. Если ввести в боковые группы макромолекулы СКТ атомы Р или группу СМ, приобретается устойчивость к топливу и маслам. Введение в основную цепь атомов бора, фосфора дает возможность повысить теплостойкость резин до 350...400 °С и увеличить их клеящую способность. Силоксановые резины сгорают при 600...700 °С, а в течение нескольких секунд выдерживают 3000 °С.

Светоозоностойкие резины вырабатывают на основе насыщенных каучуков - фторсодержащих (**СКФ**), этиленпропиленовых (**СКЭП**), бутилкаучука. Получают сополимеризацией ненасыщенных фторированных углеводородов. Отечественные фторкаучуки выпускают под марками **СКФ-32**, **СКФ-26**; зарубежные - **кель-Ф** и **вайтон**. Каучуки устойчивы к тепловому старению, воздействию масел, топлива, различных растворителей (даже при повышенных температурах), негорючи. Вулканизованные резины обладают высоким сопротивлением истиранию. Теплостойкость длительная (до 300 °С). Недостатками является малая стойкость к большинству тормозных жидкостей и низкая эластичность. Резины из фторкаучуков широко применяют в авто- и авиапромышленности.

**СКЭП** - сополимер этилена с пропиленом - представляет собой белую каучукообразную массу, которая обладает высокой прочностью и эластичностью, очень устойчива к тепловому старению, имеет хорошие диэлектрические свойства. Кроме СКЭП выпускают тройные сополимеры **СКЭПТ** (за рубежом близкие по свойствам каучуки - **висталом** и **дуграл**). Резины на основе фторкаучуков и этиленпропилена стойки к действию сильных окислителей (HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> и др.), применяются для уплотнительных изделий, диафрагм, гибких шлангов и т.

д., не разрушаются при работе в атмосферных условиях в течение нескольких лет.

Хлорсульфополиэтилен (**ХСПЭ**) является насыщенным полимером. Его вулканизация основана на взаимодействии с группами  $SO_2Cl$  и  $Cl$ . Вулканизаты ХСПЭ имеют высокую прочность ( $\sigma=16(26$  МПа), относительное удлинение ( $\epsilon=280\dots560$  %). Они обладают повышенным сопротивлением истиранию при нагреве, озоно-, масло- и бензостойки, хорошие диэлектрики. Интервал рабочих температур от -60 до 215 °С. Применяют эти резины как конструкционный и защитный материал (противокоррозионные, не обрастающие в морской воде водорослями и микроорганизмами покрытия, для защиты от воздействия излучения).

Бутилкаучук (**БК**) получают совместной полимеризацией изобутилена с небольшим количеством изопрена (2...3 %). Каучук обладает высоким сопротивлением истиранию и высокими диэлектрическими характеристиками. По температуростойкости уступает другим резинам, превосходя их по газо- и паронепроницаемости. Химически стойкий материал, предназначен для работы в контакте с концентрированными кислотами и другими химикатами; кроме того, его применяют в шинном производстве (срок службы покрышек в 2 раза выше, чем покрышек из НК).

Износостойкие резины получают на основе полиуретановых каучуков СКУ. Полиуретановые каучуки обладают высокой прочностью, эластичностью, сопротивлением истиранию, маслобензостойкостью. В структуре каучука нет ненасыщенных связей, поэтому он стоек к кислороду и озону, его газонепроницаемость в 10...20 раз выше, чем газопроницаемость НК. Рабочие температуры резин на его основе составляют от -30 до 130°С. На основе сложных полиэфиров вырабатывают каучуки **СКУ-7**, **СКУ-8**, **СКУ-50**; на основе простых полиэфиров - **СКУ-ПФ**, **СКУ-ПФЛ**. Последние отличаются высокой морозостойкостью (для **СКУ-ПФ** - до -75 °С) и гидролитической стойкостью.

Уретановые резины стойки к воздействию радиации. Зарубежные названия уретановых каучуков - **вулколлан**, **адипрен**, **джентан**, **урепан**. Резины на основе СКУ применяют для автомобильных шин,

конвейерных лент, обкладки труб и желобов для транспортирования абразивных материалов, обуви и др.

Электротехнические резины включают электроизоляционные и электропроводящие резины. Электроизоляционные резины, применяемые для изоляции токопроводящей жилы проводов и кабелей, для специальных перчаток и обуви, изготавливают только на основе неполярных каучуков **НК, СКБ; СКС, СКТ** и бутилкаучука.

## 2.6 Древесина

Древесина - это органический материал растительного происхождения, представляющий собой сложную ткань древесных растений. Она составляет основную массу ствола деревьев. Древесина является волокнистым материалом, причем волокна в ней расположены вдоль ствола. Поэтому для нее характерна анизотропия, т.е. ее свойства вдоль и поперек волокон различны.

Достоинствами древесины являются относительно высокая прочность; малая объемная масса и, следовательно, высокая удельная прочность; хорошее сопротивление ударным и вибрационным нагрузкам; малая теплопроводность и, следовательно, хорошие теплоизоляционные свойства; химическая стойкость; хорошая технологичность (легкость обработки и изготовления изделий). К недостаткам древесины следует отнести гигроскопичность, т.е. способность впитывать влагу, и возникающую из-за изменения влажности нестабильность свойств и размеров (усушка и набухание), а также отсутствие огнестойкости, неоднородность строения, склонность к гниению.

Для защиты древесины от увлажнения, загнивания и воспламенения производят окраску лаками и красками, опрыскивание и пропитку специальными химическими веществами. Материалы из древесины можно разделить на лесоматериалы, сохраняющие природную физическую структуру и химический состав древесины, и древесные материалы, полученные путем специальной обработки исходной древесины. В свою очередь лесоматериалы подразделяются на необработанные (круглые), пиломатериалы, лущенные (древесный шпон) и колотые.

Круглые лесоматериалы получают из спиленных деревьев после очистки от ветвей, разделения поперек ствола на части требуемой длины и окорки. Они применяются в строительстве, в качестве опор и столбов линий электропередач, в качестве сырья.

*Пиломатериалы* получают лесопилением. Пиломатериалы с опиленными кромками называют обрезными, неопиленными - необрезными. Подвергающиеся после пиления дальнейшей обработки называют строгаными. Пиломатериалы делятся в зависимости от поперечного сечения на следующие виды: брусья (толщина или ширина больше 100 мм), бруски (ширина не более двойной толщины), доски (ширина более двойной толщины), планки (узкие и тонкие доски).

Древесный шпон - это широкая ровная стружка древесины, получаемая путем лущения. Толщина листов шпона 0,5...1,5 мм. Используется шпон в качестве полуфабрикатов для изготовления фанеры, облицовочного материала для изделий из древесины.

К материалам, полученным путем специальной обработки древесины можно отнести фанеру, прессованную и модифицированную древесину, древесностружечные и древесноволокнистые плиты и др.

Фанера - это листовой материал, полученный путем склейки листов шпона. При этом волокна соседних листов находятся под прямым углом друг к другу. Толщина фанеры от 1 до 12 мм, более толстые материалы называют плитами. Столярные плиты представляют собой трехслойные щиты, состоящие из реечного заполнителя, оклеенного с обеих сторон древесным шпоном. Прессованная древесина - это материал, получаемый при горячем прессовании брусков, досок и других заготовок поперек волокон под давлением до 30 МПа. В результате прочность возрастает по сравнению с исходной более чем в два раза.

Модифицированная древесина представляет собой материал, полученный при обработке древесины каким-либо химическим веществом (смолой, аммиаком и др.) с целью повышения механических свойств и придания водостойкости. Древесно-стружечные плиты изготавливают прессованием древесной стружки со связующим. Плиты могут быть облицованными шпоном, фанерой или бумагой. Древесново-

локнистые плиты изготовляют путем прессования древесных волокон при высокой температуре, иногда с добавлением связующих веществ.

Древесные плиты - древесные материалы, получаемые путём обработки натуральной древесины связующими веществами, склеиванием и т. д. В зависимости от способа изготовления древесные материалы подразделяются на прессованную, пропитанную, слоистую клеёную древесину, древесные пластики и древесные плиты.

**ДСП (древесно-стружечная плита ДСП, ДСмП)** - композиционный материал, который получают путём смешивания высушенной технологической щепы с мочевиной или феноло-формальдегидной смолой (6...18 % от массы стружек) с последующим прессованием на одно- и многэтажных периодических прессах (0,2...5 МПа, 100...140 °С) или в непрерывных ленточных, гусеничных либо экструзионных агрегатах.

Древесностружечные плиты могут подразделяться:

по классам эмиссии:

- E1 - содержание в них формальдегида до 10 мг;
- E2 - содержание в них формальдегида до 10 10-30 мг .

по сорту:

- 1 сорта (не допускаются выступы или углубления, смоляные или парафиновые пятна, не допускаются сколы кромок и выкрашивание углов, дефекты шлифования);

- 2 сорта;

- не сортная плита.

Существующие в России стандарты выделяют две марки ДСП: **П-А** и **П-Б**. Эти марки отличаются своими механическими характеристиками. Марка П-А более высокого качества и имеет перед маркой П-Б лучшие показатели прочности на изгиб, более низкие показатели по проценту разбухания, покоробленности и шероховатости поверхности.

По типу наружного слоя ДСП, различают плиты с мелкоструктурной поверхностью (М), обычной поверхностью и плиты с наружными слоями из крупной стружки. Последние используются только для строительных целей и под облицовку натуральным шпоном.

ДСП бывают также шлифованными (Ш) и не шлифованными.

Плита ДСП лишена таких недостатков, присущих натуральной древесине, как сучки, внутренние пустоты и трещины. К важным достоинствам плиты ДСП относится однородность, лёгкость в обработке (пиление, сверление и т.п.).

Но для всех сортов ДСП необходимо исключить возможность непосредственного увлажнения. Древесная плита устойчива к поражению насекомыми, но подвержена грибковой плесени при длительном увлажнении.

Плиты бывают обычной и повышенной водостойкости (В). Плиты повышенной водостойкости обычно используют для изготовления столешниц для кухонь, мебели для ванных комнат, для специальных строительных целей. Водостойкость ДСП достигается введением в стружечную массу специальной парафиновой эмульсии или расплавленного парафина. Огнестойкость придается ДСП за счёт введения в состав специальных веществ – антипиренов.

**МДФ** (MDF – англ. Medium Density Fiberboards; нем. Mittel Dichte Fazerplatte) – древесноволокнистая плита средней плотности, образованная прессованием древесных волокон (мелкодисперсных частиц – пыли) с использованием органических связующих в условиях высокого давления и температуры. Основным связующим веществом при этом является лигнин, который выделяется при нагревании древесины. Другие связующие не используются. Древесное волокно (пыль) является продуктом размола отходов деревообработки: технологической щепы, горбыля. В МДФ-плитах не используются вредные для здоровья эпоксидные смолы и фенол.

**ХДФ** (HDF – англ. High Density Fibreboard), так же как и МДФ – это древесноволокнистая плита высокой плотности, по своим характеристикам и способу производства аналогичная МДФ. Незначительные отличия в технологии производства от производства МДФ, придают этому материалу повышенную прочность при относительно небольшой толщине плиты. Одна из разновидностей ХДФ перфорированная.

**ДВП** (древесноволокнистая плита) также изготавливаются из древесных отходов. Технология процесса представляет собой горячее прессование древесных волокон с последующим добавлением примесей (горячие смолы, антисептики, парафин, церезин и другие) для уве-

личения прочности. Эти волокна получают путём пропарки и размола древесного сырья. Они представляют собой отдельные клетки тканей, их обрывки или группы клеток древесины. Сырьём служат отходы лесопиления и деревообработки, технологическая щепка и дровяная древесина. Для улучшения эксплуатационных свойств в массу добавляют упрочняющие вещества: синтетические смолы, парафин, церезин, антисептики и др. Формирование плиты (ковра) может осуществляться в водной среде с получением плит односторонней гладкости (мокрый способ производства) или в воздушной среде с получением плит двусторонней гладкости (сухой способ).

Листы ДВП подразделяются на две группы – **твёрдые** и **мягкие**. Их также отличает способ производства.

Твёрдые ДВП применяются в изготовлении мебели – это задние стенки шкафов, днища ящиков, различные перегородки. Мягкие ДВП используют как теплоизоляционный материал.

ДВП подразделяются в зависимости:

- от плотности, прочности и вида лицевой поверхности на марки (твёрдые – Т, нормально-твёрдые – НТ, мягкие – М);
- от уровня физико-механических показателей (влагопоглощение, прочность, упругость) – на группы (А – высокие показатели и Б – менее высокие показатели);
- по качеству – на сорта (1 и 2).

Наряду с достоинствами древесноволокнистые плиты имеют и недостатки. Они обладают высоким влагопоглощением (до 18% в сутки), отличаются значительной гигроскопичностью (до 15 % в нормальных условиях), при изменении влажности окружающей среды меняют свои размеры, в них могут развиваться древоразрушающие грибы. Такие плиты легче воспламеняются, чем обычная древесина. С целью увеличения прочности, долговечности и огнестойкости ДВП применяют специальные добавки: водные эмульсии синтетических смол, эмульсии из парафина, канифоли, битума, антисептики и антипирены, а также асбест, глинозем и др.

**Фанера** (нем. furnier) – это листовой материал, представляет собой слоистую клеёную конструкцию, тонких листов древесины, т.е. шпона с взаимно перпендикулярным направлением волокон в смеж-



ных слоях. Это обеспечивает повышенную прочность во всех направлениях. В основном фанеру изготавливают из берёзы, хвой (сосна, ель, пихта, лиственница, кедр); бывает буковая фанера.

Склеивание осуществляют:

- синтетическими термореактивными клеями: фенолоформальдегидными, карбамидными и др.;

- природными клеями: альбуминовыми, казеиновыми и др.

Фанеру подразделяют в зависимости:

- от внешнего вида поверхности на сорта (Е (элита), I, II, III, IV);

- по степени водостойкости клеевого соединения на марки: ФК – фанера средней водостойкости; ФСФ – фанера повышенной водостойкости; ФБС – фанера водостойкая;

- по степени обработки поверхности на: нешлифованная – НШ; шлифованная с одной стороны – Ш1; шлифованная с двух сторон – Ш2шлифованную и нешлифованную.

**Бакелизованная** (или бакелитовая) фанера, как и обычная, склеена из листов берёзового лущёного шпона, но пропитана специальным бакелитовым лаком, за счёт чего является влагостойким материалом. Применяется она и для изготовления конструкций в машиностроении, автомобилестроении, строительстве и судостроении, которые работают под воздействием атмосферы, а также в изделиях, эксплуатируемых в условиях тропического климата.

**Фанера лёгкая** изготавливается из тропических пород древесины малой плотности. *Сверхлёгкая фанера «Seiba»* – это фанера марки ФК.

**Фанера гибкая** изготавливается из тропических пород древесины малой плотности. «Sifar» – это калиброванная и шлифованная фанера марки ФК, может быть двух видов – поперечная и продольная, то есть может гнуться по большему и меньшему размеру листа.

Для отделки (декорирования) салона автомобиля используют две группы шпона (дерева):

- шпон натуральный «Корень»;

- шпон Файн-лайн (Fine-line).

«**Корень**» - особая конфигурация шпона с уникальной текстурой, получаемого из наростов (капов) на стволе дерева, что является

большой редкостью. Как правило, наросты образуются на дереве в местах разрастания побегов и спящих почек в отдельных породах древесины. Кап является очень редким и красивым материалом с необычным рисунком волокон, напоминающим мрамор. Изготавливается из тополя, березы карельской, орех, олива европейская, ясень белый, бамбук, вавона и др.

**Шпон файн-лайн** (Fine-line ) изготавливается из мягких пород древесины, отличающейся быстрым ростом (палисандр, зебрано, красное дерево, тик, груша, вишня и др.). Также файн-лайн могут называть инженерным или реконструированным. В России шпон файн-лайн в последнее время завоёвывает всё более и более прочные позиции. Особой популярностью технология файн-лайн пользуется в виду своих следующих преимуществ:

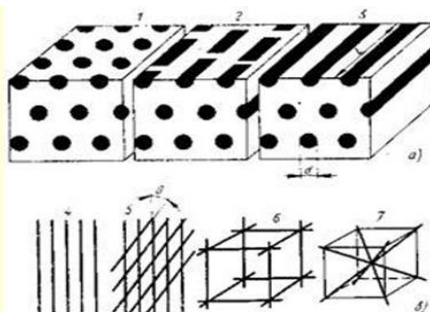
- шпон, изготовленный по технологии файнлайн, характеризуется равномерностью цвета и рисунка;
- материал имеет минимальное количество различных дефектов: полостей, узлов, сучков;
- возможность производить серии изделий с одинаковыми, практически идеальными поверхностями.

Декоративные бумажно–слоистые пластики (ДБСП) представляют собой листовой материал из спрессованных бумаг, пропитанных термореактивными смолами. При изготовлении ДБСП на декоративный слой бумаги (одноцветной или с рисунком) накладывают защитный слой, пропитанный меламиноформальдегидной смолой. Для изготовления защитной пленки применяют высокооблагороженную целлюлозу из древесины лиственных пород или хлопка.

### **3 КОМПОЗИЦИОННЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Композиционные материалы представляют собой объемное сочетание двух или нескольких химически разнородных материалов с четкой границей раздела между этими компонентами (фазами) и характеризуются свойствами, которых не имеют составляющие его компоненты в отдельности. Композицию получают путем введения в ос-

новой материал (матрицу) определенного количества другого материала (наполнителя), который добавляется с целью получения специальных свойств (Рисунок 8). Композиционный материал может состоять из двух, трех и более компонентов. Размеры частиц, входящих компонентов могут колебаться от сотых долей микрометра до нескольких миллиметров.



**Рисунок 8 – Схема структуры (а) и схемы армирования композиционных материалов непрерывными волокнами (обозначения в тексте)**

Классификация композиционных материалов.

1. Волокнистые композиционные материалы.
2. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы.
3. Стекловолокниты.
4. Карбоволокниты.
5. Карбоволокниты с углеродной матрицей.
6. Бороволокниты.
7. Органоволокниты.

Физико-механические свойства композиционных материалов в зависимости от концентрации компонентов, их геометрических параметров и ориентации, а также технологии изготовления могут изменяться в широких пределах. В результате этого открывается возможность конструирования материалов с заданными свойствами.

Композитные материалы или композиционные материалы состоят из металлической матрицы (чаще *Al*, *Mg*, *Ni* и их сплавы), упрочненной высокопрочными волокнами (волокнистые материалы) или тонкодисперсными тугоплавкими частицами, не растворяющимися в

основном металле (дисперсно-упрочненные материалы). Металлическая матрица связывает волокна (дисперсные частицы) в единое целое. Волокно (дисперсные частицы) плюс связка (матрица), составляющие ту или иную композицию, получили название композиционные материалы.

#### **Композиционные материалы с неметаллической матрицей.**

В качестве неметаллических матриц используют полимерные, углеродные и керамические материалы. Из полимерных матриц наибольшее распространение получили эпоксидная, фенолоформальдегидная и полиамидная.

Угольные матрицы коксованные или пироуглеродные получают из синтетических полимеров, подвергнутых пиролизу. Матрица связывает композицию, придавая ей форму. Упрочнителями служат волокна: стеклянные, углеродные, борные, органические, на основе нитевидных кристаллов (оксидов, карбидов, боридов, нитридов и других), а также металлические (проволоки), обладающие высокой прочностью и жесткостью.

Свойства композиционных материалов зависят от состава компонентов, их сочетания, количественного соотношения и прочности связи между ними.

Армирующие материалы могут быть в виде волокон, жгутов, нитей, лент, многослойных тканей.

Содержание упрочнителя в ориентированных материалах составляет 60...80 % объема, в неориентированных (с дискретными волокнами и нитевидными кристаллами) – 20...30 % объема. Чем выше прочность и модуль упругости волокон, тем выше прочность и жесткость композиционного материала. Свойства матрицы определяют прочность композиции при сдвиги и сжатии и сопротивление усталостному разрушению.

По виду упрочнителя композитные материалы классифицируют на стекловолокниты, карбоволокниты с углеродными волокнами, борволокниты и органоволокниты.

В слоистых материалах волокна, нити, ленты, пропитанные связующим, укладываются параллельно друг другу в плоскости укладки. Плоские слои собираются в пластины. Свойства получаются анизо-

тропными. Для работы материала в изделии важно учитывать направление действующих нагрузок. Можно создать материалы как с изотропными, так и с анизотропными свойствами.

### **Волокнистые композиционные материалы.**

Часто композиционный материал представляет собой слоистую структуру, в которой каждый слой армирован большим числом параллельных непрерывных волокон. Каждый слой можно армировать также непрерывными волокнами, сотканными в ткань, которая представляет собой исходную форму, по ширине и длине соответствующую конечному материалу. Нередко волокна сплетают в трехмерные структуры.

Композитные материалы отличаются от обычных сплавов более высокими значениями временного сопротивления и предела выносливости (на 50... 10 %), модуля упругости, коэффициента жесткости и пониженной склонностью к трещинообразованию. Применение композиционных материалов повышает жесткость конструкции при одновременном снижении ее металлоемкости.

Прочность композиционных (волоконистых) материалов определяется свойствами волокон; матрица в основном должна перераспределять напряжения между армирующими элементами. Поэтому прочность и модуль упругости волокон должны быть значительно больше, чем прочность и модуль упругости матрицы. Жесткие армирующие волокна воспринимают напряжения, возникающие в композиции при нагружении, придают ей прочность и жесткость в направлении ориентации волокон.

Для упрочнения алюминия, магния и их сплавов применяют борные, а также волокна из тугоплавких соединений (карбидов, нитридов, боридов и оксидов), имеющих высокие прочность и модуль упругости. Нередко используют в качестве волокон проволоку из высокопрочных сталей.

Для армирования титана и его сплавов применяют молибденовую проволоку, волокна сапфира, карбида кремния и бориды титана.

Повышение жаропрочности никелевых сплавов достигается армированием их вольфрамовой или молибденовой проволокой. Металлические волокна используют и в тех случаях, когда требуются высо-

кие теплопроводность и электропроводимость. Перспективными упрочнителями для высокопрочных и высокомодульных волокнистых композиционных материалов являются нитевидные кристаллы из оксида и нитрида алюминия, карбида и нитрида кремния, карбида бора и др.

Композиционные материалы на металлической основе обладают высокой прочностью и жаропрочностью, в то же время они малопластичны. Однако волокна в композиционных материалах уменьшают скорость распространения трещин, зарождающихся в матрице, и практически полностью исчезает внезапное хрупкое разрушение. Отличительной особенностью волокнистых одноосных композиционных материалов являются анизотропия механических свойств вдоль и поперек волокон и малая чувствительность к концентраторам напряжения.

Анизотропия свойств волокнистых композиционных материалов учитывается при конструировании деталей для оптимизации свойств путем согласования поля сопротивления с полями напряжения.

Армирование алюминиевых, магниевых и титановых сплавов непрерывными тугоплавкими волокнами бора, карбида кремния, доборида титана и оксида алюминия значительно повышает жаропрочность. Особенностью композиционных материалов является малая скорость разупрочнения во времени с повышением температуры.

Основным недостатком композиционных материалов с одно и двумерным армированием является низкое сопротивление межслойному сдвигу и поперечному обрыву. Этому лишены материалы с объемным армированием.

#### **Дисперсно-упрочненные композиционные материалы.**

В отличие от волокнистых композиционных материалов в дисперсно-упрочненных композиционных материалах матрица является основным элементом, несущим нагрузку, а дисперсные частицы тормозят движение в ней дислокаций.

Высокая прочность достигается при размере частиц 10...500 нм при среднем расстоянии между ними 100...500 нм и равномерном распределении их в матрице. Прочность и жаропрочность в зависимости от объемного содержания упрочняющих фаз не подчиняются закону

аддитивности. Оптимальное содержание второй фазы для различных металлов неодинаково, но обычно не превышает 5...10 % объема.

Использование в качестве упрочняющих фаз стабильных тугоплавких соединений (оксиды тория, гафния, иттрия, сложные соединения оксидов и редкоземельных металлов), не растворяющихся в матричном металле, позволяет сохранить высокую прочность материала до 0,9-0,95 T [pic]. В связи с этим такие материалы чаще применяют как жаропрочные. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы могут быть получены на основе большинства применяемых в технике металлов и сплавов.

Наиболее широко используют сплавы на основе алюминия – **САП** (спеченный алюминиевый порошок).

Плотность этих материалов равна плотности алюминия, они не уступают ему по коррозионной стойкости и даже могут заменять титан и коррозионно-стойкие стали при работе в интервале температур 250-500 °С. По длительной прочности они превосходят деформируемые алюминиевые сплавы. Длительная прочность для сплавов **САП-1** и **САП-2** при 500 °С составляет 45-55 МПа.

Большие перспективы у никелевых дисперсно-упрочненных материалов. Наиболее высокую жаропрочность имеют сплавы на основе никеля с 2...3 % объема двуоксида тория или двуоксида гафния. Матрица этих сплавов обычно твердый раствор  $Ni + 20 \% Cr$ ,  $Ni + 15 \% Mo$ ,  $Ni + 20 \% Cr$  и  $Mo$ . Широкое применение получили сплавы **ВДУ-1** (никель, упрочненный двуокисью тория), **ВДУ-2** (никель, упрочненный двуокисью гафния) и **ВД-3** (матрица  $Ni + 20 \% Cr$ , упрочненная окисью тория). Эти сплавы обладают высокой жаропрочностью. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы, так же как волокнистые, стойки к разупрочнению с повышением температуры и длительности выдержки при данной температуре.

#### **Стекловолокниты.**

Стекловолокниты – это композиция, состоящая из синтетической смолы, являющейся связующим, и стекловолокнистого наполнителя. В качестве наполнителя применяют непрерывное или короткое стекловолокно. Прочность стекловолокна резко возрастает с уменьшением его диаметра (вследствие влияния неоднородностей и трещин,

возникающих в толстых сечениях). Свойства стекловолокна зависят также от содержания в его составе щелочи; лучшие показатели у бесщелочных стекол алюмоборосиликатного состава.

Неориентированные стекловолокниты содержат в качестве наполнителя короткое волокно. Это позволяет прессовать детали сложной формы, с металлической арматурой. Материал получается с изотопными прочностными характеристиками, намного более высокими, чем у пресс-порошков и даже волокнитов. Представителями такого материала являются стекловолокниты **АГ-4В**, а также **ДСВ** (дозирующиеся стекловолокниты), которые применяют для изготовления силовых электротехнических деталей, деталей машиностроения (золотники, уплотнения насосов и т. д.). При использовании в качестве связующего непредельных полиэфиров получают премиксы ПСК (пастообразные) и препреги АП и ППМ (на основе стеклянного мата). Препреги можно применять для крупногабаритных изделий простых форм (кузова автомашин, лодки, корпуса приборов и т. п.).

Ориентированные стекловолокниты имеют наполнитель в виде длинных волокон, располагающихся ориентированно отдельными прядями и тщательно склеивающихся связующим. Это обеспечивает более высокую прочность стеклопластика.

Стекловолокниты могут работать при температурах от  $-60$  до  $200$  °С, а также в тропических условиях, выдерживать большие инерционные перегрузки.

При старении в течение двух лет коэффициент старения  $K = 0,5-0,7$ . Ионизирующие излучения мало влияют на их механические и электрические свойства. Из них изготовляют детали высокой прочности, с арматурой и резьбой.

### **Карбоволокниты.**

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

Высокая энергия связи С-С углеродных волокон позволяет им сохранить прочность при очень высоких температурах (в нейтральной и восстановительной среде до  $2200$  °С), а также при низких температурах. От окисления поверхности волокна предохраняют защитными



покрытиями (пиролитическими). В отличие от стеклянных волокон карбоволокна плохо смачиваются связующим (низкая поверхностная энергия), поэтому их подвергают травлению. При этом увеличивается степень активирования углеродных волокон по содержанию карбоксильной группы на их поверхности. Межслойная прочность при сдвиге углепластиков увеличивается в 1,6-2,5 раза. Применяется вискеризация нитевидных кристаллов  $TiO$ ,  $AlN$  и  $SiN$ , что дает увеличение межслойной жесткости в 2 раза и прочности в 2,8 раза. Применяются пространственно армированные структуры.

Связующими служат синтетические полимеры (полимерные карбоволокниты); синтетические полимеры, подвергнутые пиролизу (коксованные карбоволокниты); пиролитический углерод (пироуглеродные карбоволокниты).

**Эпоксифенольные карбоволокниты КМУ-1л**, упрочненные углероднойлентой, и КМУ-1у на жгуте, вискеризованном нитевидными кристаллами, могут длительно работать при температуре до 200 °С.

Карбоволокниты **КМУ-3** и **КМУ-2л** получают наэпоксиданилиноформальдегидном связующем, их можно эксплуатировать при температуре до 100 °С, они наиболее технологичны. Карбоволокниты КМУ-2 и КМУ-2л на основе полиимидного связующего можно применять при температуре до 300 °С.

Карбоволокниты отличаются высоким статистическим и динамическимсопротивлением усталости, сохраняют это свойство при нормальной и оченьнизкой температуре (высокая теплопроводность волокна предотвращаетсамопрогрев материала за счет внутреннего трения). Они водо- и химическистойкие. После воздействия на воздухе и рентгеновского излучения почти не изменяются. Теплопроводность углепластиков в 1,5-2 раза выше, чем теплопроводность стеклопластиков. Карбостекловолокниты содержат наряду с угольными стеклянныеволокна, что удешевляет материал.

#### **Карбоволокниты с углеродной матрицей.**

Коксованные материалы получают из обычных полимерных-карбоволокнитов, подвергнутых пиролизу в инертной или восстановительной атмосфере. При температуре 800-1500 °С образуются карбо-

низированные, при 2500...3000 °С графитированные карбоволокниты. Для получения пироуглеродных материалов упрочнитель выкладывается по форме изделия и помещается в печь, в которую пропускается газообразный углеводород (метан). При определенном режиме (температуре 1100 °С и остаточном давлении 2660 Па, метан разлагается и образующийся пиролитический углерод осаждается на волокнах упрочнителя, связывая их.

Образующийся при пиролизе связующего кокс имеет высокую прочность сцепления с углеродным волокном. В связи с этим композиционный материал обладает высокими механическими и абляционными свойствами, стойкостью к термическому удару.

Карбоволокнит с углеродной матрицей типа **КУП-ВМ** по значениям прочности и ударной вязкости в 5...10 раз превосходит специальные графиты; при нагреве в инертной атмосфере и вакууме он сохраняет прочность до 2200 °С, на воздухе окисляется при 450 °С и требует защитного покрытия. Коэффициент трения одного карбоволокнита с углеродной матрицей по другому высок (0,35-0,45), а износ мал (0,7-1 мкм на торможение).

### **Бороволокниты.**

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, теплопроводностью и электропроводимостью. Ячеистая микроструктура борных волокон обеспечивает высокую прочность при сдвиге на границе раздела с матрицей.

Помимо непрерывного борного волокна применяют комплексные боростеклониты, в которых несколько параллельных борных волокон оплетаются стеклонитью, придающей формоустойчивость. Применение боростеклонитов облегчает технологический процесс изготовления материала.

В качестве матриц для получения бороволокнитов используют модифицированные эпоксидные и полиамидные связующие. Бороволокниты **КМБ-1** и **КМБ-1к** предназначены для длительной работы при температуре 200 °С; **КМБ-3** и **КМБ-3к** не требуют высокого дав-

ления при переработке и могут работать при температуре не выше 100 °С; КМБ-2к работоспособен при 300 °С.

Бороволокниты обладают высокими сопротивлениями усталости, они стойки к воздействию радиации, воды, органических растворителей и топливо-смазочных материалов.

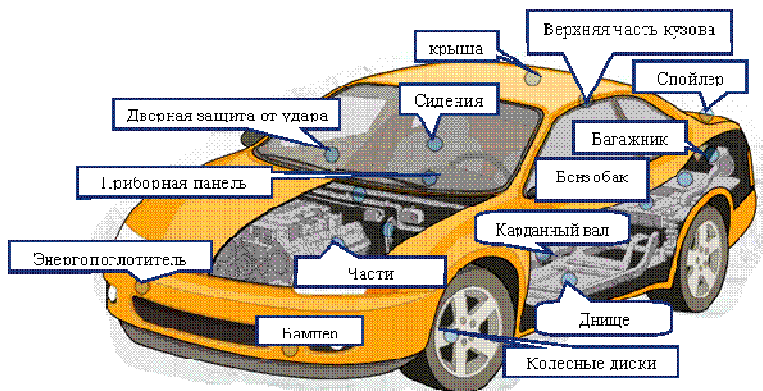
### **Органоволокниты.**

Органоволокниты представляют собой композиционные материалы, состоящие из полимерного связующего и упрочнителей (наполнителей) в виде синтетических волокон. Такие материалы обладают малой массой, сравнительно высокими удельной прочностью и жесткостью, стабильны при действии знакопеременных нагрузок и резкой смене температуры. Для синтетических волокон потери прочности при текстильной переработке небольшие; они малочувствительны к повреждениям.

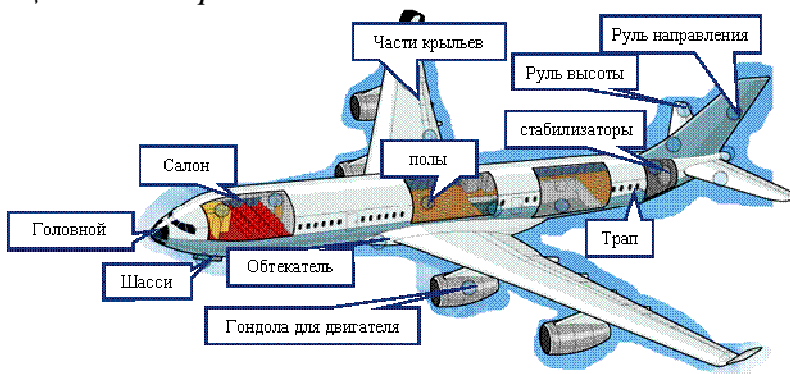
В органоволокнитах значения модуля упругости и температурных коэффициентов линейного расширения упрочнителя и связующего близки. Происходит диффузия компонентов связующего в волокно и химическое взаимодействие между ними. Структура материала бездефектна. Пористость не превышает 1...3 % (в других материалах 10...20 %). Отсюда стабильность механических свойств органоволокнитов при резком перепаде температур, действии ударных и циклических нагрузок. Ударная вязкость высокая (400...700кДж/м<sup>2</sup>). Недостатком этих материалов является сравнительно низкая прочность при сжатии и высокая ползучесть (особенно для эластичных волокон).

Органоволокниты устойчивы в агрессивных средах и во влажном тропическом климате; диэлектрические свойства высокие, а теплопроводность низкая. Большинство органоволокнитов может длительно работать при температуре 100...150 °С, а на основе полиимидного связующего и полиоксадиазольных волокон – при температуре 200...300 °С.

В комбинированных материалах наряду с синтетическими волокнами применяют минеральные (стеклянные, карбоволокна и боро-волокна). Такие материалы обладают большей прочностью и жесткостью.



*Рисунок 9 – Детали автомобиля, изготавливаемые из композиционных материалов*



*Рисунок 10 – Детали самолета, изготавливаемые из композиционных материалов*

#### 4 ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Лакокрасочные материалы можно классифицировать по виду, химическому составу, назначению и ряду других признаков (рис.).

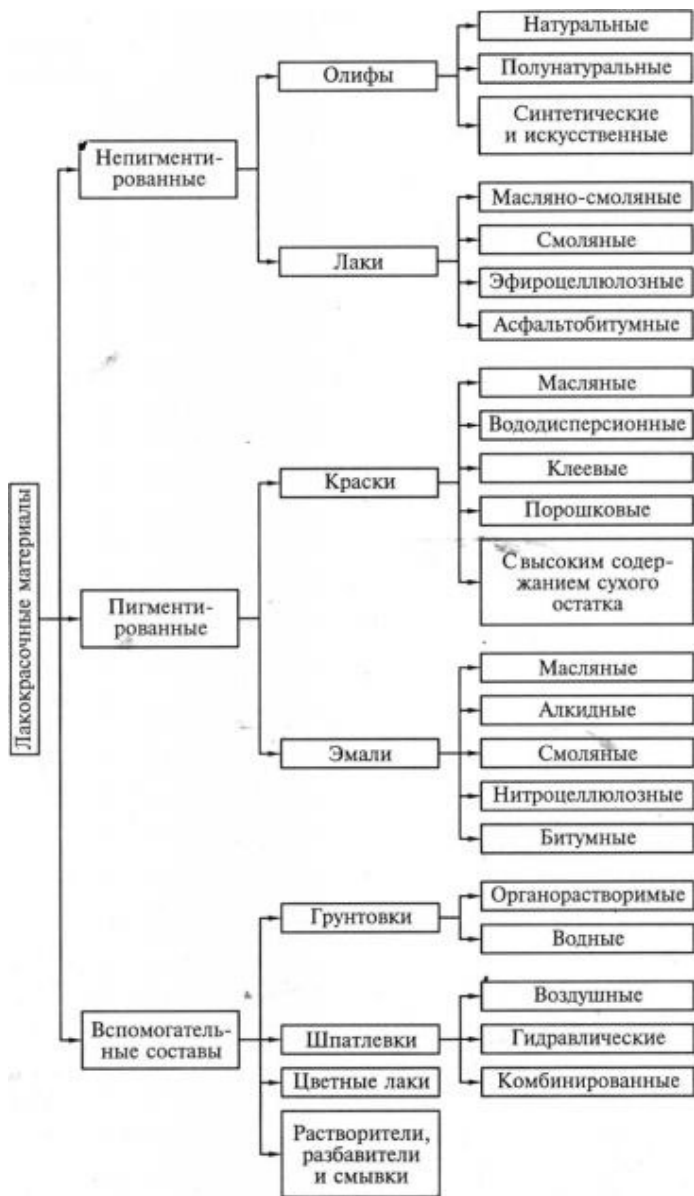


Рисунок 11 - Классификация лакокрасочных материалов

По составу они подразделяются на непигментированные - лаки и олифы, и пигментированные краски, эмали, а также вспомогательные составы - грунтовки, шпатлевки, цветные лаки, растворители, разбавители и смывки. Краски можно подразделить на густотертые и жидкотертые, то есть готовые к применению.

Видовой ассортимент ЛКМ включает в себя:

- олифы - продукты переработки растительных масел и масляных составов;

- лаки - растворы пленкообразующих веществ в растворителях;

- краски - суспензии красящего вещества (пигмента) в связующем. Связующим могут быть олифа, лак, клей, известь, латекс;

- эмали - суспензии пигментов в лаке. Позволяют получить более прочное, гладкое и блестящее покрытие;

- грунтовки - составы, обеспечивающие надежное сцепление красочных слоев и окрашиваемой поверхности;

- шпатлевки - пастообразные составы, применяемые для выравнивания поверхности и заполнения неровностей перед нанесением на них красок;

- растворители, разбавители, смывки и сиккативы. Используются для подготовки ЛКМ перед окрашиванием, ускорения высыхания.

В зависимости от типа пленкообразующего вещества лакокрасочные составы делятся на масляные, алкидные, нитроцеллюлозные и др. По условиям эксплуатации ЛКМ подразделяются на атмосферостойкие, ограниченно атмосферостойкие, водостойкие, термостойкие и т. п. По назначению выделяют ЛКМ строительные, автомобильные, промышленные, бытовые, мебельные, специальные и др.

Обозначения основных лакокрасочных материалов отечественного производства, указываемые на торговых этикетках, в соответствии с существующей классификацией делятся на пять групп:

- первая группа определяет название материала полным словом – грунтовка, шпатлевка, эмаль и т. п.;

- вторая группа условно обозначает буквами состав пленкообразующего вещества лакокрасочного материала: МЛ – меламиноалкидные, АК – акриловые, ГФ – глифталевые, НЦ – нитроцеллюлозные, ПФ – пентафталевые, МС – алкидно-стирольные, УР – уретановые, ПЭ

– полиэфирные, ФЛ – фенольные, ФА – фенолоалкидные, ЭП – эпоксидные, ВЛ – поливинилацетатные, БТ – битумные, МА – масляные густотертые (готовые к употреблению) и др.;

- третья группа указывает основное назначение материала и обозначается через тире цифрами: 1 и 5 – атмосферостойкий, 2 и 3 – стойкий внутри помещения, 4 – водостойкий, 6 – маслобензостойкий, 7 – стойкий к агрессивным средам, 8 – термостойкий, 9 – электроизоляционный и др. Для обозначения грунтовок после буквенного индекса через тире ставят «0», а для обозначения шпатлевок – «00»;

- четвертая группа указывает порядковый номер, присвоенный данному материалу, из одной, двух или трех цифр;

- пятая группа указывает полным словом цвет материала (красный, зеленый, оранжевый, синий и т. п.).

#### 4.1 Эмали

Все автомобильные эмали по химическому составу можно разделить на три группы:

- алкидные;
- меламинмоноалкидные;
- акриловые.

##### Алкидные эмали

**Алкидные эмали** - изготавливаются на основе алкидных смол. Это синтетические смолы, продукты поликонденсации многоосновных карбоновых кислот с многоатомными спиртами; высоковязкие жидкости. Наиболее распространены алкидные смолы, получаемые из фталевой кислоты и глицерина или пентаэритрита, называемые соответственно глифталевыми смолами (глифталями) и пентафталевыми смолами (пентафталями).

К преимуществам алкидных эмалей можно отнести: простоту применения, невысокую стоимость и, что наиболее важно, стойкость к химическим и физическим воздействиям.

Основной недостаток данного вида эмалей в том, что они долго сохнут, тем самым существует уязвимость в процессе высыхания. Качество готового покрытия можно улучшить при помощи отвердителя.

Но при этом нужно помнить о том, что отвердитель должен быть одной марки с эмалью.

В зависимости от классификации алкидные эмали имеют различные свойства, способы и области применения. Каждая марка имеет свой буквенно-цифровой код, который позволяет определить принадлежности эмали к той или иной категории. К примеру, алкидная эмаль ПФ-120 матовая белая расшифровывается таким образом: ПФ – пентафталевая (эти буквы указывают на то вещество, которое используется в краске в качестве основы); цифра 1 обозначает, что эмаль можно использовать для уличных работ, а цифра 20 – это каталожный номер.

Помимо единицы на алкидных эмалях можно встретить и другие цифры: так цифра «0» обозначает алкидную грунт эмаль, то есть покрытие, предназначенное для грунтовки поверхностей; 2 - эмаль для применения внутри помещений (отапливаемых и не отапливаемых); 3 - консервационные краски, то есть такие лакокрасочные материалы, которые предназначены для временной опломбировки какого-либо оборудования; 4 - водостойкие краски; 5 - специальные краски с особыми характеристиками (отпугивающие грызунов, светящиеся в темноте и т.д.); 6 - маслостойкие эмали; 7 - краски, способные выдерживать химическое воздействие; 8 - термостойкие краски; 9 - электропроводные и электроизоляционные краски.

**ГФ-230.** В данном случае ГФ – глифталевая. Предназначена только для внутренних работ, плохо выдерживает физические воздействия. Перед тем как начать использование эмали ее необходимо разбавить до нужной консистенции уайт-спиритом или скипидаром. Оттенков глифталевой эмали ГФ-230 довольно много, начиная от светлых кремовых, и, заканчивая темными цветами. Наносить ее можно как кистью, так и валиком или распылителем. Сохнет около суток и имеет ярко выраженный запах лака.

**ГФ-92 ГС** – смесь пигментов, разбавленная в глифталевых лаках с добавлением растворителя, сиккатива и прочих смол. Применяется для покрытия вращающихся и неподвижных обмоток и деталей электромашин и аппаратов с изоляцией нагревостойкости «В».

**ГФ 1426** - однокомпонентная композиция, представляет собой суспензию пигментов в растворе алкидного лака с добавкой сиккатива



и растворителя. Применяется для окраски загрунтованных и не загрунтованных металлических и деревянных поверхностей.

**ПФ-133.** Применяется она для окрашивания металлических поверхностей или же поверхностей, подвергнутых предварительной грунтовке. Наносится обычно в два слоя, поскольку ее укрывная способность не слишком высока (в пределах от 20 до 120 г/м<sup>2</sup>). Сохнет в течение 2 часов и имеет 15 не слишком ярких оттенков. В умеренном климате эмаль ПФ-133 сохраняет свои защитные свойства в течение 5...6 лет, при этом она не растрескивается и не деформируется.

**ПФ-115.** Предназначена для наружных работ по окрашиванию металлических, деревянных и других поверхностей. Наносить такую эмаль нужно в два слоя, поскольку ее укрывная способность не слишком высокая (30...120 г/м.кв.). Выпускается в 24 оттенках, наносится распылителем или кистью, сохнет от 8 до 24 ч. Имеет приятный блеск, придающий поверхности яркий, насыщенный цвет.

**ПФ-223** – внутренняя отделка деревянных и металлических поверхностей. Имеет 17 оттенков, хорошо скрывает старую краску и отлично выдерживает высокие температуры. Разбавляется до нужной консистенции сольвентом, бензином или ксилолом. Срок высыхания 30...36 ч. Запах специфический, едкий.

**ПФ-253** - для деревянных изделий. Наносится в два слоя при помощи широкой или средней кисти. Разбавляется скипидаром или бензином. Высыхает быстро (срок высыхания зависит от толщины слоя и температурного режима внутри помещения). После высыхания поверхность приобретает ровный, безупречный глянец.

**ПФ-126** реализуется в комплекте с наполнителем НФ-1, который ускоряет затвердевание. Наносится краска кистью или валиком в два толстых слоя с промежуточной сушкой в 30...40 минут. Перед нанесением поверхность грунтуют разбавленной уйат-спиритом эмалью.

**Матовые эмали.** Предназначается и для наружных и внутренних работ. Прочная, устойчива к воздействию воды, моющих средств, масел. Способна выдерживать колебания температуры от -50 до +60 °С. Экономно расходуется, так как имеет высокую укрывную способность (90...180 г/м<sup>2</sup>). Разбавляется сольвентом или уйат-спиритом.

### **Меламинмоноакриловые эмали**

Это такие эмали, как: МЛ-1110, МЛ-1111, МЛ-1120, МЛ-12. Для полимеризации данного вида эмалей не нужен ни атмосферный кислород, ни какое-либо дополнительное вещество-отвердитель. Покрытие и так получается достаточно надежным.

Единственный недостаток меламинмоноакриловых автомобильных эмалей в том, что застывают они на кузове при температуре 100-130 °С, что, конечно же, невозможно вне заводских условий или специализированных покрасочных камер.

**МЛ-1110** -ГОСТ 20481-80, предназначается для окраски предварительно подготовленной, фосфатированной, грунтованной металлической поверхности кузова и других деталей автомобилей.

**МЛ-1111** - представляет собой суспензию пигментов в растворе алкидных и меламино-формальдегидных смол в органических растворителях с добавлением специальных добавок, для окраски предварительно подготовленной, фосфатированной, грунтованной металлической поверхности кузова и других деталей автомобилей.

**МЛ-1120** - предназначается для ремонтной окраски предварительно грунтованной металлической поверхности кузова и других деталей автомобиля, а также для подкраски повреждений небольших участков кузова. Эмаль наносят краскораспылителем в два слоя или по старому покрытию в один слой. При нанесении по старому покрытию последнее должно быть отшлифовано, промыто растворителем и высушено.

**МЛ-165** - применяется для защитно-декоративной окраски металлических поверхностей и различных приборов, эксплуатируемых в атмосферных условиях различных климатических районов, внутри помещений и при воздействии температуры до 130 °С.

**МЛ-12** - представляет собой суспензию пигментов в растворах алкидных и меламино-формальдегидных смол в органических растворителях. Предназначается для окраски предварительно грунтованной или грунтованной и зашпатлеванной металлической поверхности изделий эксплуатируемых как в атмосферных условиях, так и внутри помещений. Система покрытия состоящая из двух слоев эмали МЛ-12, нанесенных на подготовленную, фосфатированную и грун-

тованную грунтовкой типа В-КФ-093 или грунтовкой ВКЧ-0207 поверхность, сохраняет защитные и декоративные свойства в условиях умеренного и холодного климата в течении 5 лет, в тропическом климате 1 год. Покрытие эмали устойчиво к изменению температур от минус 60 до 60°С.

### **Акриловые эмали**

**Акриловые эмали** состоят из двух компонентов: самой эмали и отвердителя. При смешивании они вступают в реакцию друг с другом, и краска затвердевает.

Главное преимущество акриловых автомобильных эмалей в том, что после покраски в слое эмали возникает полиуретановая сетка, которая делает покрытие очень прочным и эластичным.

**АК-1301** - двухкомпонентная акриловая автоэмаль для окраски кузовов и пластмассовых деталей автомобилей; может применяться для окраски крупногабаритных транспортных средств. Эмаль АК-1301; Отвердитель "Акриловый" универсальный (1301); Разбавители "Акриловый" универсальный (1301- для окраски малых площадей)/медленный (1301-М - для окраски больших площадей) или их смесь.

**АК-1305** - двухкомпонентная система предназначается для ремонтной окраски кузова автомобиля.

**Vika 2K акриловая эмаль АК-1305** - предназначается для ремонтной окраски кузова автомобиля.

**АКРИЛ АК-142** - для окраски предварительно загрунтованных поверхностей рамок дверей и порогов автомобилей в черный цвет.

**1 К акриловая автоэмаль АКРИЛ АК-142** черная матовая - для окраски предварительно загрунтованных поверхностей рамок дверей и порогов автомобилей в черный цвет.

**VIKA-60** - синтетическая эмаль естественной сушки, обладающая хорошими защитными свойствами, высоким блеском, прочностью и эластичностью. Для ускорения процесса отверждения рекомендуемый режим сушки - 1 час при температуре 60°С.

**АК-511** - для нанесения линий разметки на проезжей части автомобильных дорог, взлетно-посадочных полос аэродромов, с асфальтным, бетонным или асфальтобетонным покрытием, обеспечи-

вающих работу покрытия разметочного слоя, как в дневное, так и в ночное время. Краска образует влаго-, тепло-, атмосферо-, износостойкое быстросохнущее покрытие. Обладает повышенной стойкостью к реагентам, применяемым для борьбы со льдом и снегом, высокой светостойкостью (сохранение яркости и белизны при УФ-облучении), ударной прочностью, твердостью и прочностью к истиранию. Имеет ускоренное время высыхания (15 минут до степени 3).

**АК-539** - однокомпонентная эмаль представляет состав на основе акриловых смол. Краску применяют для создания разметки автомобильных дорог, цементобетонных и асфальтобетонных покрытий. Материал подходит также для разметочных работ на взлетных полосах аэродромов.

### **Смесевые эмали**

**АС-182** - представляет собой суспензии пигментов и наполнителей в алкидно-акриловом лаке с добавлением сиккатива, растворителей и других целевых добавок. Применяется для окраски тракторов, сельхозмашин, оборудования и других металлических изделий, эксплуатируемых в различных климатических условиях.

**АС-5307** - суспензия пигмента и наполнителя в растворе сополимер акриловой смолы в толуоле. Применяется для нанесения разметки на проезжей части автомобильных дорог с бетонным и асфальтовым покрытием, разметки аэродромов.

**АУ-1414** - представляет собой суспензии пигментов и наполнителей в алкидно-уретановом лаке с добавлением растворителей и других целевых добавок. Применяется для окраски металлических и неметаллических строительных конструкций, металлоконструкций, трубопроводов, транспортных средств, городского транспорта, железнодорожного транспорта, дорожной техники, деталей машин, эксплуатируемых в различных климатических условиях.

**ВЛ-515** - суспензия пигментов, растворенных в крезольно-формальдегидной и поливинилбутиральной смолах с органическими растворителями. Применяется для окрашивания поверхности металлических емкостей, в которых хранят или обрабатывают толуол, бензин и дизельное топливо при температуре 18-23 градуса, минеральное масло и горячую воду при температуре 90-95 градусов, хлористый этилен

с примесями серного эфира и этилового спирта при температуре 10 градусов. Эмаль применяется как самостоятельно, так и в комплексе с покрытием для грунтовки ВЛ-02.

**НЦ-273** - раствор коллоксилина, глифталевой смолы, пластификатора в летучих органических растворителях с добавлением алюминиевой пасты. Применяется для окраски корпусных деталей двигателей автомобилей, эксплуатируемых в условиях умеренного климата.

**НЦ-1125** - смесь пленкообразующей смолы и суховальцованных паст в среде органических растворителей. Применяется для окраски предварительно загрунтованных металлических поверхностей специализированных грузовых автомобилей, эксплуатируемых в атмосферных условиях умеренного климата.

**ХВ-1120** - одноупаковочная эмаль, на основе перхлорвиниловой смолы с добавлением пластификатора. Применяется для окраски стальных и алюминиевых поверхностей изделий и оборудования, эксплуатируемых в условиях различных климатических районов.

**ХВ-114** - раствор поливинилхлоридной хлорированной смолы в органических растворителях с добавлением пластификатора и пигментов. Применяется для изготовления пленочного покрытия, защищающего от коррозии изделия, хранящиеся на открытом воздухе. Система покрытия состоит из нескольких слоев эмали, наносимой на загрунтованную либо фосфатированную поверхность, и сохраняет защитные свойства в условиях умеренного климата не меньше, чем на четыре года.

### **Битумные**

**БТ-177** - Представляет собой суспензию алюминиевой пудры (ПАП-2) в битумном лаке и готовится непосредственно перед нанесением путем смешивания 80 % лака и 20 % ПАП. Применяется для окраски металлических конструкции и изделий, эксплуатируемых в атмосферных условиях.

**БТ-177 Оптима** - Представляет собой суспензию алюминиевой пудры (ПАП-1) в битумном лаке и готовится непосредственно перед нанесением путем смешивания 80 % лака и 20 % ПАП. Применяется для окраски металлических конструкции и изделий, эксплуатируемых в атмосферных условиях.

### **Кремнийорганические**

**КО-168** - суспензии пигментов и наполнителей в растворе модифицированного кремнийорганического лака. Применяется для окраски различного оборудования и трубопроводов, всевозможных приборов, панелей, эксплуатирующихся в условиях переменных температур. Эмаль обладает повышенной гидрофобностью, стойкостью к УФ-лучам; морозо- и влагостойкостью с сохранением хорошей паро- и воздухопроницаемости.

**КО-174** - Суспензия неорганических и органических пигментов в растворе кремнийорганического лака. Применяется для антикоррозионной защиты металлических поверхностей, эксплуатируемых в условиях агрессивной среды и температур до +150 °С. Эмаль обладает повышенной гидрофобностью, стойкостью к УФ-лучам; морозо- и влагостойкостью с сохранением хорошей паро- и воздухопроницаемости.

**КО-8101** - суспензии термостойких пигментов и смесь растворов полифинилсилоксановой смолы в толуоле или ксилоле. Применяется для защитной антикоррозионной окраски металлических поверхностей, подвергающихся в процессе эксплуатации воздействию температур до +600°С и воздействию агрессивных факторов: минерального масла, нефтепродуктов, солей. Эмаль обладает повышенной атмосферо-, влаго-, масло-, бензостойкостью. Рекомендована для окраски паропроводов с перегретым паром, теплопроводов, технологических продуктопроводов, нефтепроводов, металлических дымовых труб.

**КО-870** - Применяется для защитной антикоррозионной окраски металлического оборудования, работающего в условиях повышенной влажности и температуры, а также выхлопных систем автомобилей, деталей двигателей и других металлических поверхностей, подвергающихся в процессе монтажа и эксплуатации воздействию температур от -40°С до +600°С и агрессивных факторов: растворов солей, нефтепродуктов, минеральных масел.

## **4.2 Краски**

Порошковая краска – это сухая смесь, которая при помощи специального оборудования напыляется на подготовленный кузов, а затем

в процессе термической обработки полимеризуется, образуя прочную однородную пленку. Краску, не попавшую на корпус во время напыления, можно использовать вторично, поэтому потери при такой покраске авто не превышают 2%. Порошковые краски – это широкая гамма оттенков, а также возможность создания разных эффектов (глянец, металлик, матовая поверхность). Порошковые эмали некоторых видов плавятся при низких температурах, поэтому красить ими можно не только сам кузов, но и пластиковые и стеклянные детали.

Различают два основных вида порошковых красок:

- на основе термореактивных полимеров (олигомеров);
- на основе термопластичных полимеров.

Первый вид порошковых ЛКМ выпускается в большем количестве (около 65... 70%).

В зависимости от того, какой полимер используется для изготовления порошковой краски, их также подразделяют на: эпоксидные, поливинилхлоридные, полиэфирные и т.п.

Выпускаются порошковые краски химически стойкие, атмосферостойкие, для формирования электроизоляционных покрытий и др. По ГОСТу перед маркировкой порошкового лакокрасочного материала ставится буква «П».

В состав порошковых красок входят: олигомеры (полимеры), наполнители, пигменты, ускорители отверждения, отвердители, пластификаторы, модификаторы и различные вспомогательные вещества.

Олигомеры (полимеры) – это основа любой порошковой краски, которая и определяет конечные свойства продукта. Чаще всего для производства порошковых красок используют полимеры (олигомеры) в виде сыпучего порошка, или вещества, которые при измельчении образуют дисперсный порошок. Иногда могут использоваться жидкие олигомеры (например, в качестве модификаторов) или пленкообразователи в твердом виде, которые могут в определенных условиях переходить в вязкотекучее состояние.

**П-ЭП-971** – порошковая эпоксидная краска. Выпускается в двух цветах – красновато-коричневом и сером. Состоит из гидрированной смеси нескольких компонентов (эпоксидная смола, пигменты, наполнители, отвердители, специальные добавки). Выпускается в двух вари-

антах для каждого цвета (двух марок): А и В. Марка А наносится на изделия с острыми краями, а марка В – на конструкции без острых кромок.

**П-ЭП-45** –тонкодисперсный порошок серого окраса, гомогенизированная смесь отвердителя, эпоксидной смолы, наполнителей и пигментов. При температуре 180 °С продолжительность высыхания (отверждения) составляет около получаса, а при повышении температуры до 200 °С время высыхания сокращается до 20 минут. Используется для покрытия дисков колес и некоторых других деталей автомобиля. Кроме того, ее можно использовать для окрашивания и других металлических изделий.

**П-ЭП-177** и **П-ЭП-177(ОН)** - тонкодисперсные порошки, состоящие из гомогенизированной смеси эпоксидной смолы Э-49П, отвердителя, пигментов и наполнителей. Выпускаются трех цветов - красного, серого и зеленого с индексом А для окраски изделий с острыми кромками и индексом Б для окраски изделий без острых кромок.

**П-ЭП-219** и **П-ЭП-219(ОН)** - белые порошкообразные гомогенизированные смеси твердой эпоксидной смолы, отвердителя, пигмента (диоксид титана рутильной формы) и добавок. Краски выпускаются двух марок - А для окраски изделий с острыми кромками и Б для окраски изделий без острых кромок.

**П-ХВ-716** - порошковая смесь поливинилхлорида, пигментов, наполнителей, пластификаторов и стабилизаторов. Выпускаются 10 цветов. Примерный состав краски (в % масс.) следующий: поливинилхлорид - 65, пластификаторы - 25, стабилизаторы - 3, пигменты - 3, наполнители и добавки - 4.

Для создания покрытий типа "металлик" и "перламутр" используются различные пигменты:

- алюминий покрытый оксидами металлов;
- оксид алюминия, покрытый оксидами металлов;
- кремний, покрытый оксидами металлов;
- силикаты бора;
- жидкие кристаллы и пигменты на основе слюды.



Пигменты с перламутровым эффектом производятся на основе натуральной слюды, покрытой слоем диоксида титана и других оксидов металлов.

Различают три вида пигментов на основе слюды:

- серебристые;
- радужные;
- окрашенные дополнительным цветом.

Краски, используемые в автомобилестроении являются базовыми и предназначены для производства красок и эмалей с различными свойствами и цветовым тоном.

**серии 293** – это высококачественные базовые краски определенных стандартных цветов, из которых путем смешивания получают краски разнообразных цветов и оттенков, применяемые для окраски по двухслойной технологии.

**серии 295** –краски, содержащие перламутровые пигменты определенных стандартных цветов. Путем смешивания компонентов 293-й и 295-й серий получают краски серии 295 разнообразных цветов и эффектов, применяемые для окраски по двух- и трехслойной технологии. Располагая всей гаммой компонентов серий 295, можно изготовить любые цвета, имеющие перламутровый эффект.

**серии 297** – базовые краски высокой яркости, предназначенные для изготовления многослойных лакокрасочных покрытий. Совместное применение компонентов серии 297 с 1К покровным лаком 8560 и компонентами серии 293 и 295 позволяет получать эффектные покрытия высокой яркости и с большой глубиной цвета, которые особенно часто применяются для окраски мотоциклов, скутеров и мопедов.

**1К 8560** – это прозрачный однокомпонентный материал, предназначенный для приготовления многослойного базового покрытия.

**серии 257** –краски определенного стандартного цвета, относящиеся к двухкомпонентной акриловой системе. Применяются для окраски по однослойной технологии. Обладают отличными декоративными свойствами, превосходным блеском и прочностью, обеспечивают стойкость кузовного покрытия к любым атмосферным воздействиям и многим агрессивным веществам.

**серии 293 черная и суперчерная** – готовые краски черного цвета, применяемые для окраски различных транспортных средств по двухслойной технологии.

**8568** - флуоресцентная краска, двухкомпонентный покровный материал с высоким уровнем блеска, относящийся к 2К акриловой системе. Содержит специальные пигменты, превращающие часть рассеянного ультрафиолетового излучения в видимый свет. Вследствие этого флуоресцентная краска имеет особенно яркий, "ядовитый" цвет, видимый издали.

### **Краски на водной основе**

В составе этих красок нет вредных растворителей, поэтому экологичность – один из главных плюсов подобных материалов. Краски на водной основе характеризуются отличным сцеплением с самыми разными поверхностями (вплоть до старой краски), а также обладают высокой покрывной способностью. Однако такие покрытия нужно дольше сушить, так как вода испаряется гораздо медленнее, чем растворитель. Краски на водной основе выпускаются компаниями «Möbiel», «Sonax», «Helios», «Vika», «3M», «AkzoNobel», «PPG», «Henkel», «DuPont», «Nippon» или «Kansai».

**серии 280** – базовые краски определенных стандартных цветов, из которых путем смешивания получают краски серии 280 разнообразных цветов и оттенков, применяемые для окраски по двухслойной технологии. Краски серии 280 являются водоразбавляемыми материалами на основе полиуретановых дисперсий с уменьшенным содержанием летучих органических соединений и обладают существенно более высокой укрывающей способностью по сравнению с традиционными базовыми красками.

**серии 285** –краски, содержащие перламутровые пигменты определенных стандартных цветов.

### **Антикоррозионные краски**

**Барьер-цинк** - цинкосодержащая краска (96 % цинка), гарантирует надёжную антикоррозийную защиту от 10 до 50 лет.

**Цинол** - краска с цинком 95 %  $Zn$  (высокой дисперсности, не менее 5 мкм), ароматические растворители и полимерное связующее.

**Цинотан** - цинконаполненный состав (85 % Zn), основа которого однокомпонентное полиуретановое связующее

**Гальванол** - состав для холодного цинкования в виде краски (суспензии). В состав входят высокомолекулярные синтетические полимеры и высокодисперсный порошок цинка (не менее 96 %). Покрытие в виде сухой пленки обеспечивает металлу те же характеристики, как при горячем или гальваническом цинковании (ТУ 2312-001-61702992-2009).

**Химгранд-ЦПС** (ТУ 2313-001-93732428-2006) - металлополимерный состав. Используется для холодного цинкования ЦПС, наносится при температуре до – 25°C. Совместим практически со всеми лакокрасочными материалами.

**Алюмотан** (ТУ 2312-018-12288779-99) – наполненный алюминиевой пудрой состав на полиуретановой основе. Одноупаковочная смесь на основе алюминия в полиуретановом растворе. Применяется для защиты металлов и металлоконструкций, в качестве финишного покрытия.

**Грунт-эмаль по ржавчине "3 в 1"** - предотвращение распространения очагов ржавчины и нейтрализацию уже существующих пятен с преобразованием коррозии в защитную пленку; возможность нанесения прямо на очаги коррозии; водоотталкивающий эффект; быстрое высыхание; долгий эксплуатационный срок созданного при помощи смеси покрытия (до 8 лет).

**«Уником».** Относится к спецкраске 3 в 1 и представляет собой уралкидную эмаль со свойствами грунтовки. Защищает поверхность не только от ржавчины, но и от агрессивных химических веществ. Устойчива к УФ-лучам, воздействию топлива и смазки, перепадам температур. Эксплуатируется в диапазоне температур от -60 до +60 °С, а наносить ее можно при температуре от +10 до +40 °С. Расход изделия составляет около 1 кг на 3...6 кв. м. поверхности авто при однослойном нанесении;

**ПФ-132 Феррокор.** Может использоваться в качестве самостоятельного покрытия или базы для окрашивания. Содержит в себе модификатор коррозии, имеет свойства грунта и лакокрасочного покрытия.

## Резиновая краска

По консистенции материал напоминает мастику, а после высыхания на обработанной поверхности образуется эластичная пленка, напоминающая резину.

Для изготовления резиновой краски производители используют следующие компоненты:

- вода - растворитель (около 5 % от общего объема);
- акрилатный латекс - придает краске прочность и эластичность;
- коалесцент - способствует пленкообразованию;
- антифриз - обеспечивает морозоустойчивость покрытия;
- консервант - обеспечивает сохранность материала в закрытой таре, предотвращает рост плесени и грибков;
- специальные добавки, наполнители и пигменты, улучшающие свойства материала и придающие ему колер.

Для нанесения покрытия практически не требуется выполнение подготовительных работ, при полной или частичной окраске машины ее не требуется разбирать. Состав легко наносится на поврежденные детали, на перекрашенные поверхности без удаления старой краски.

Резиновая краска наносится легко и быстро – для полного изменения цвета машины требуется не более 12 часов. Упругость и пластичность покрытия, образующегося при застывании резиновой краски невосприимчиво к механическим повреждениям, на нем не появляются сколы, царапины – следствие попадания вылетевших из-под колес мелких камешков, песка и пр. Покрытие гидронепроницаемо и надежно защищает металлические детали от влаги. Прочно держится, но при необходимости легко снимается без следа, обеспечивая легкость локального ремонта.

**ВД-АК-103** - высокая адгезия, защитные и моющие свойства, выдерживает перепады температур от -30 до +85 °С.

**Rezolux Universal** - обладает прекрасной адгезией, устойчивостью покрытия в непосредственном контакте с водой, выдерживает растрескивание основания до 1,55 мм без повреждения лицевого слоя, устойчива к вибрационным нагрузкам, обладает паровой проницаемостью, пыле- и грязеотталкивающим эффектом, моется щелочными рас-

творами без потери декоративного вида, не содержит растворителей, не выгорает.

**Rubber Paint** - многофункциональное съемное покрытие. Служит для окрашивания металлических, пластиковых и других поверхностей, защищает от влаги, кислот, коррозии, грязи. Обладает огромной палитрой цветов. Проста в нанесении, долговечна в эксплуатации, при желании легко снимается с окрашенной детали. Основное применение - автомобильная отрасль.

**Plasti Dip** - многофункциональное съемное покрытие. Служит для окрашивания металлических, пластиковых и других поверхностей, защищает от влаги, кислот, коррозии, грязи.

### 4.3 Лаки

Лаки - растворы пленкообразующих веществ в органических растворителях или в воде. При отверждении они образуют прозрачное однородное покрытие. Лаки на водной основе появились недавно. Это высокоэкологичные, пожаробезопасные, практически не пахнущие, но дорогостоящие материалы.

По степени готовности все лаки делятся на **одноупаковочные** и **двухупаковочные**. Одноупаковочные готовы к применению и могут сохраняться в плотно закрытой таре длительное время. В качестве растворителя они содержат уайт-спирит, что придает им неприятный запах. Двухупаковочные лаки образуют покрытие в результате химической реакции между двумя составляющими - полуфабрикатом лака и отвердителем - после их смешивания. Лак необходимо готовить в домашних условиях, срок его хранения ограничен.

Обычно название лака определяется видом пленкообразующего вещества. Выпускаются масляно-смоляные (масляные, алкидные), смоляные, эфироцеллюлозные, асфальтобитумные лаки.

Масляные лаки представляют собой смеси растительных масел с природными смолами в органических растворителях. Обычно в состав масляных лаков вводят канифоль, битумы и некоторые другие пленкообразователи. По содержанию масла масляные лаки делятся на

жирные, средние, тощие. От содержания масла в лаке зависят многие свойства покрытий.

Жирные лаки образуют атмосферостойкие покрытия, с большей эластичностью, но отверждаются медленнее (от суток до четырех). К жирным относят лак для покрытия пола. В его составе 41 % масла, 22% смолы, 36% растворителя и 0,2% сиккатива.

Лак средней жирности содержит примерно 30 % масла, 42 % шеллака и 28 % растворителя. Такой лак является хорошим покрытием для мебели. Средние лаки высыхают за 48 ч. Покрытия имеют среднюю эластичность и сильный блеск, хорошо шлифуются, но недостаточно атмосферостойки.

Тощие лаки содержат небольшое количество масла и потому образуют хрупкие покрытия с низкой атмосферостойкостью, но высокой твердостью и блеском. Они быстро высыхают (в течение 6-24 ч).

Масляные лаки применяются для лакирования деревянных поверхностей и в качестве пропиточных электроизоляционных составов. Они используются также для получения красок, грунтовок, шпатлевок, применяемых в различных отраслях машиностроения, судостроения и др.

Алкидные лаки - это растворы алкидно-масляных смол (продуктов химической реакции масел и смол) или их смеси с другими смолами в уайт-спирите, сольвентнафте и других растворителях. В состав алкидных лаков входят сиккативы, ускоряющие высыхание, а также различные добавки для придания им специфических свойств: анти-вспениватели, тиксотропные добавки, добавки для розлива и т.д.

В зависимости от вида смолы алкидные лаки бывают глифталевые (ГФ); алкидно-мочевиноформальдегидные (АМФ или МФ), пентафталевые (ПФ), алкидно-меламиноформальдегидные (АМД или МД); алкидно-акриловые (АА); алкидно-уретановые (АУ), алкидно-стирольные (АС), масляные (МА), эпоксидные (ЭП), битумные (БТ), карбомидные (МИ), полиуретановые (УР), перхлорвиниловые (ХВ), нитроцеллюлозные (НЦ). Они также составляют три группы: жирные, средние и тощие, но масла в них на 15 -20 % меньше, чем у масляных лаков. Алкидные лаки предназначены для покрытия металлических и деревянных изделий и конструкций. Алкидно-стирольный лак АС-25

светло-коричневого цвета. Применяют его для создания стойких внутренних противокоррозийных покрытий конструкций из бронзы, меди и алюминия, а также атмосфероустойчивого покрытия по дереву. При комнатной температуре лак высыхает в течение 8 ч.

**ПФ-283** и **ГФ-166** - масляно-смоляные. По цвету они могут быть светло-коричневыми с литерой «С» (светлый) и темно-коричневыми с литерой «Т» (темный). Применяют их для покрытия по дереву и по масляной краске внутри помещения (4С и 4Т) и снаружи здания (5С и 5Т).

Покрытия на основе алкидных смол обладают высокой атмосферостойкостью, эластичностью и хорошей адгезией к окрашиваемой поверхности. К недостаткам можно отнести продолжительность естественного высыхания (36 - 48 ч) и невысокую химическую стойкость получаемых покрытий.

**ПФ-231** (так называемый ленинградский).

В розничной продаже можно найти лаки KUPU фирмы «Тиккурила» (Финляндия), «Квинтол» производства ООО БСФ (Новосибирск) и другие алкидно-уретановые лаки, представляющие собой растворы алкидных смол с уретановыми группами в органических растворителях. Эти лаки высыхают быстрее алкидных (6 - 12 ч) и обладают значительно более высокой износостойкостью. Это лаки «**Полиур**» Черкесского ХПО, «**Уника супер**» фирмы «Тиккурила» и др.

Смоляные лаки можно подразделить на три группы: на основе природных смол; на основе термопластичных синтетических смол; на основе термореактивных синтетических смол.

Лаки на основе природных смол выпускаются и применяются ограниченно. Канифольный лак - раствор канифоли в скипидаре — бывает безмасляным и маслосодержащим, применяется для внутренних работ по дереву и металлу, не подвергающимся воздействию повышенных температур и влаги. Деревянные изделия лакируют спиртовыми лаками. Это растворы смол в летучих растворителях, прежде всего в этиловом спирте, концентрацией 30 - 35 %.

Выпускаются шеллачные, канифольные, канифольно-шеллачные и карбинольные лаки. Наиболее употребимы шеллачные. Они пригодны только для работ в сухих помещениях. Для высыхания

спиртовых лаков достаточно 15 мин. Спиртовые лаки с малым содержанием смолы называются политурами. Они применяются для полировки деревянных изделий.

Лаки на основе термопластичных смол получают растворением перхлорвинила в ацетоне. Они образуют ремонтпригодные покрытия в результате испарения растворителей, являются безмасляными лаками холодной сушки и быстро высыхают при комнатной температуре. Основные виды этой группы - перхлорвиниловые лаки (ХВ). Они образуют покрытия высокой атмосферостойкости, прочности и эластичности, большой химической стойкости. Недостаток - малая термостойкость. Применяются при изготовлении транспортных средств только в промышленности, а также для отделки и тонирования древесины. К перхлорвиниловым лакам относятся ХСЛ и ХС-76Д. Они бесцветны, высыхают при температуре 18 - 23 °С в течение 2 ч. Лаками ХСЛ обрабатывают масляные покрытия для улучшения их антикоррозионных свойств. Лаками ХС-76Д защищают строительные конструкции от воздействия агрессивных сред. Вследствие токсичности эти лаки применяют лишь в тех помещениях, где люди находятся непродолжительное время.

В последние годы широкое распространение получили водоразбавляемые лаки на акрилатной основе. Покрытия отличаются высокой гигиеничностью. Отсутствие запаха и органических растворителей делает водоразбавляемые лаки экологически полноценными. Они могут быть применены как для наружных, так и для внутренних работ по древесине, штукатурке и эластичным материалам, например по коже. Покрытие высыхает в течение 2 — 3 ч при комнатной температуре и за 15 мин при температуре 90 °С, отличается высокой экологичностью, устойчивостью к УФ-излучению и атмосферным воздействиям. Внешний вид покрытия: прозрачное, с полуглянцевой или матовой поверхностью, бесцветное или тонированное лессирующими органическими пигментами под ценные породы древесины. Акриловые лаки несложно наносятся, но более дорогие.

Лаки на основе термореактивных смол образуют лаковую пленку в результате сшивания макромолекул под действием нагревания или отвердителей. Химические превращения имеют необратимый ха-



раक्टर, и лаковая пленка после отверждения теряет способность растворяться и плавиться. Следовательно, покрытия из таких лаков неремонтопригодны.

Лаки на основе фенолформальдегидных смол практически изъезыты из обращения в связи с токсичностью и несветостойкостью покрытий. Лаки на основе мочевиноформальдегидных смол — алкиднокарбамидные - содержат в своем составе глифталевуую или пентафталевуую смолу. Их называют лаками кислотного отверждения, или каталитическими (каталитными). Эти лаки двухупаковочные: перед использованием в них вводят кислотный отвердитель (молочную кислоту). Они применяются для отделки древесины - паркетный и мебельный лаки. Покрытия высокопрочны, тверды, имеют блеск, водо- и термостойки.

Лаки на основе ненасыщенных полиэфирных смол — полиэфирные лаки - не содержат растворителей. Компонентами их являются иницилирующие добавки: перекиси или гидроперекиси. При добавлении к лаковой основе перекиси происходит отверждение лака — сополимеризация ненасыщенной полиэфирной смолы со стиролом, который вводится как растворитель, с образованием сшитой полимерной структуры. Применяют эти лаки для отделки мебели. Они образуют твердые, прозрачные, термостойкие, химически стойкие к воде, спиртам и моющим средствам пленки.

Разработаны и используются в качестве мебельных водоразбавляемые лаки на основе ненасыщенных полиэфирных смол. Сушка покрытий в производственных условиях осуществляется радиационным способом. Основная трудность - трехкомпонентность лака. Это усложняет технологический процесс.

Большую группу органоразбавляемых лаков составляют полиуретановые. Это самые популярные лаки, образующие прочное, твердое покрытие с высокой химической стойкостью. Они обладают хорошей адгезией, быстро сохнут и образуют химически-стойкие и термостойкие покрытия с высокой устойчивостью к истиранию, имеют высокий сухой остаток, относительно несложный технологический процесс, приемлемую цену, широкий выбор по степени матовости и назначению.

Двухкомпонентные эпоксидные лаки применяются для покрытий по древесине, металлу, бетону, некоторым видам пластмасс. Покрытие отличается высокой химической стойкостью.

Эфиروцеллюлозные лаки - это растворы нитроцеллюлозы с некоторыми смолами и пластификаторами в летучих растворителях. Они просты в применении, быстро высыхают (15 - 60 мин), дают водостойкие, прочные и твердые пленки, легко полируются до зеркального блеска. Нитроцеллюлозные лаки при условии введения в рецептуру синтетических восков или парафина могут давать матовое покрытие. Применяются они для отделки мебели, музыкальных инструментов, карандашей, кожи, деталей машин и приборов. Нитролаки **НЦ-228** и **НЦ-243** используются для отделки мебели. Покрытия из этих лаков имеют улучшенные физико-механические характеристики, повышенную свето- и химическую стойкость.

Асфальтобитумные лаки получают растворением искусственных битумов или их смесей с маслами в скипидаре, уайт-спирите и других органических растворителях. Битумные лаки представляют собой растворы смол и битума в летучем растворителе (смола светлая - 20 %, битум - 45 %, растворитель - 35 %). Пленки таких лаков черного цвета с сильным блеском. Битумные лаки водостойки, но непригодны для наружных поверхностей из-за недостаточной атмосферостойкости, обладают антикоррозийной стойкостью. Применяются для окраски металлических поверхностей. Каменноугольный лак (пековый, или кузбасс-лак) представляет собой раствор каменноугольного пека в сольвент-нафте. Покрытия на основе этого лака достаточно водостойки, но антикоррозийная стойкость его на открытом воздухе невелика (не более полугода). Используют кузбасс-лак для нанесения на металлические изделия консервационных покрытий на время хранения, а также для антикоррозионной защиты подводной части судов и портовых сооружений.

**Лак ГФ-166 (ПФ-283)** - раствор модифицированной растительными маслами алкидной глифталевой (пентафталевой) смолы в органическом растворителе с добавлением сиккатива НФ-1. Дает однородную глянцевую прозрачную пленку. Предназначен для покрытия по

масляным краскам, деревянным и металлическим поверхностям снаружи и внутри помещений.

**Лак ГФ-177** - раствор глифталевой смолы, модифицированной хлопковым маслом, в органических растворителях с добавлением сиккатива. Предназначен для покрытия деревянных, загрунтованных или окрашенных металлических поверхностей, эксплуатируемых в атмосферных условиях. Перед работой лак разбавляют растворителями 649, 650, РС-2, сольвентом или скипидаром и фильтруют через 2 слоя марли. Продолжительность сушки однослойного покрытия - 24 ч.

**Нитролак** (нитроцеллюлозные лаки) получают путём растворения нитрата целлюлозы в смеси активных органических растворителей. Свойства лаков регулируют введением в композицию различных смол (алкидных, аминоформальдегидных и др.). Нитролаки образуют твёрдые прозрачные, практически бесцветные быстросохнущие плёнки. Чаще всего нитролаки (НЦ-221, НЦ-222, НЦ-218, НЦ-228 и др.) применяют для лакирования изделий из дерева.

**лак АК-156** - раствор акрилового сополимера в смеси органических растворителей с добавками органических красителей. Предназначен для создания декоративного покрытия по металлу, стеклу и дереву различных пород. Лак придаёт древесине требуемый оттенок и подчёркивает её текстуру, защищает материалы от атмосферных воздействий.

#### 4.4 Полироли и защитные покрытия

Для защиты лакокрасочных покрытий и восстановления их свойств используются специальные материалы, которые можно подразделить на следующие виды.

**Полироль**– это пастообразное или эмульсионное вещество, устойчивое к разделению и обеспечивающее восстановление, защиту и сохранение физико-химических свойств лакокрасочного покрытия. По виду полироли могут подразделяться на:

**Аэрозоли** – системы, состоящие из твердых или жидких частиц, взвешенных в газообразной среде.

**Воски** – жироподобные аморфные вещества природного или синтетического происхождения, плавящиеся при температурах 40–90С°. В высококачественные полироли обычно добавляют воск пальмы Carnauba, который имеет хорошую прозрачность, твердость и самую высокую температуру плавления.

**Гели** – дисперсные системы с жидкой или газообразной дисперсионной средой. Обладают некоторыми свойствами твердых тел: способность сохранять форму, упругость и пластичность.

**Дистилляты нефти** (некоторые фракции) могут обладать свойством вытеснения воды (water displacement) с твердых поверхностей. Наиболее известный дистиллят с такими свойствами – WD40. Кремнийорганические полимеры, например полиорганосилоксаны, имеют высокие пыле- и водоотталкивающие свойства.

**Пасты** – многокомпонентные смеси или индивидуальные продукты, способные сохранять форму, но под нагрузкой ведущие себя как вязкие жидкости. Различают гомогенные (однофазные) и гетерогенные (двух- или многофазные) пасты.

**ПАВЫ** могут иметь анионный, катионный и не ионогенный механизм действия. Помимо функций смачивания, флотации (отрыва и подъема) частичек и, как следствие, очищения обрабатываемой поверхности от загрязнений, создают на покрытии тонкий электропроводящий слой, вследствие чего оно перестает накапливать статическое электричество и притягивать к себе пыль.

**Тефлон, полифлон** – торговые названия политетрафторэтилена (PTFE) – прочного полимера с очень скользкой поверхностью.

**Эмульсия** – система с жидкой дисперсионной средой и жидкой дисперсной фазой (жидкость, устойчивая к разделению длительное время).

По своей формуле полироль представляет сложную смесь различных типов восков, а также силиконовых смол или простого силикона. Полироли можно разделить на:

- синтетические;
- восковые;
- абразивные.

В настоящее время существует несколько типов защитных покрытий кузова автомобиля.

Таблица 3

**Типы защитных покрытий**

Виды защиты	Разновидности	Срок службы
Жидкие средства	Восковые	До первой мойки
	Полимерные	3-6 месяцев
Покрывные материалы	Антигравийные плёнки	До 7 лет
	Виниловые плёнки	До 10 лет

**Восковое защитное покрытие кузова**

Защитные покрытия для автомобиля на основе воска (парафина) не способны обеспечить сохранность поверхности на длительный период времени. Они предназначены лишь для придания краткосрочного блеска. Часто восковые полироли применяются для предпродажной подготовки машины.

Защитное покрытие на основе воска отлично замаскирует мелкие потёртости, царапины, сколы. Обработать полиролью такого типа поверхность машины достаточно просто. Защищать автомобиль воск способен только до первой автомойки. Полироли на основе воска наиболее часто используются в тёплое время года. Использовать лучше всего полировки, в состав которых входит натуральный воск.

**Color-Up** - создает на поверхности слой воска, слой уретана и слой особого красителя. Усиливает цвет краски, заделывает царапины, обладает защитным эффектом воска, блокирует ультрафиолетовые лучи, обладает водоотталкивающим эффектом.

**Полироль-1** - жидкий воск. Применяется при разведении водой в соотношении 1:10. Наносится с помощью пенообразователя на кузов автомобиля.

**серии Authentic** – полироли премиум класса, на основе воска карнауба, придают наибольший блеск, срок службы до 3 месяцев.

**Metalika** – содержит воск карнауба, выпускается в твердом и мягком варианте, не требует растирания, срок службы удлинён за счет композиции из синтетических и натуральных восков.

**Willson PRX Advance** - синтез натурального и синтетических компонентов, помогает создать полироль которая придаёт кузову автомобиля роскошный «влажный» блеск, гидрофобные свойства.

**M30564EU** - защитный восковой состав для любых лакокрасочных покрытий.

### **Синтетические полироли**

Синтетические полировки условно делятся на три типа:

- силиконовые;
- полимерные;
- очистители-восстановители.

**BATIX GROUP** - при использовании полироли на обрабатываемой поверхности не остается жирных следов и разводов. Защищает от ультрафиолетовых излучений и обладает антистатическими свойствами.

**Астрохим " Synthetium "** - средство для полирования даже под прямыми солнечными лучами и по горячей поверхности. Быстро располировывается и придаёт лакокрасочному покрытию автомобиля идеальный глубокий блеск. Не оставляет на поверхности мелкой пыли (возникающей при использовании традиционных восковых полиролей) и белесого налета.

### **Силиконовые полироли.**

Данный тип синтетической полироли очень схож с восковыми. Ее производят в жидком виде, и чаще всего такое средство можно найти в пластиковой бутылке, на конце которой установлен распылитель. Главное преимущество силиконовой полировки заключается в том, что отполировать автомобиль можно очень быстро и в то же время качественно. Из недостатков стоит отметить недолговечность данной полироли, так как она исчезает уже через 1-2 мойки кузова.

**Полироль пластика с силиконом Тритон** - Придает глянец пластиковой поверхности. Снимает статистическое электричество. Обладает водоотталкивающими свойствами . Защищает от ультрафиолета.

**ABRO** - очищает и предохраняет автомобиль от загрязнений, таких как сок растений, гудрон и дорожная грязь. Создает силиконовую пленку.

**"ПОЛИРОЛЬ"** - силиконовый, предназначен для резины, пластика, кожи.

**ВМП-АВТО** - силиконовый чернитель резины.

### **Полимерные полироли**

Полимерный полироль не только создает и сохраняет привлекательный внешний вид кузова, но и защищает его от выгорания на солнце, дорожной соли, помета птиц и других пагубных воздействий окружающей среды. Данное средство отличается большим сроком действия, а также значительно уменьшает трудозатраты на мойку покрытия. Недостатки - длительность нанесения, высокая стоимость.

### **Полироли очистители-восстановители**

Данный тип синтетической полировки очень полезен для кузова. Он позволяет вернуть автомобилю первоначальный вид. Дело в том, что в составе данного полироля присутствуют особые химические соединения и абразивные вещества. Благодаря этому с кузова можно удалить окислившуюся краску и убрать тусклость поверхности. Также применение такого средства позволяет удалить сильные загрязнения и пятна, и скрыть потертости и мелкие царапины. Современный рынок полиролей предлагает очистители-восстановители двух типов:

- для покрытия цвета «металлик»;
- для простых эмалевых покрытий.

Недостатки очистителя-восстановителя заключаются в том, что перед тем как его нанести, кузов нужно предварительно обработать любой защитной полиролью.

**G1016 Очищающий набор с эффектом полироли Smooth Surface Clay Kit, Meguiars** - удаляет следы силиконов с лакокрасочного покрытия, возвращает глянец и блеск. В состав набора входит: 2 бруска неабразивной глины в индивидуальной упаковке, водонепроницаемый контейнер для хранения глины, очищающий состав с эффектом полировки Quik, микрофибровая салфетка Meguiar's Supreme Shine™ Microfiber Towel и пробник Быстрого воска Ultimate Quik Wax.

**1 X A3316** - очищающий состав с эффектом полироли Quik Detailer 473мл **2 X G1001** Неабразивная чистящая глина в индивидуальной упаковке Individual Clay Bar, брусок 80г **1 X** Пластиковый водонепроницаемый контейнер для хранения глины.

## Абразивные полироли

Этот вид полироли содержит в своем составе абразивные вещества, которые надежно удаляют мелкие царапины и потертости, однако они снимают микрослой краски. Считать это достоинством или недостатком даже и не знаем. Но можно с уверенностью сказать, исходя из наблюдений за рынком полиролей, данное средство пользуется не малым спросом среди автомобилистов. А значит на тот микрослой краски, который оно снимает, никто и внимания не обращает. Зато результаты полировки приятно радует, и автомобиль получает желаемый блеск.

**Refinish 1** - агрессивным шлифовальным составом и применяется для устранения шлифовальных царапин градацией от P1000 и выше со свежих и старых лакокрасочных покрытий.

**Fast Cut** - абразивная полировальная паста для удаления рисок от шлифования, круговых отметок и "шагрени" на свежескрашенной поверхности сразу после сушки. Паста не содержит силиконов.

**AF-2 - оксид алюминия ( $Al_2O_3$ )** -- рекомендуется для финальной полировки сталей, чугунов, сплавов на основе железа, кобальтовых и никелевых сплавов, магниевых сплавов, низкоплавящихся металлов, -также биологических препаратов (костей, зубов) и полимеров. Размер зерна 0,5  $\mu$ -m и 0,2  $\mu$ -m

**Суспензии оксидов металлов** - (коллоидная окись кремния  $SiO_2$ ) - рекомендуются для финальной полировки алюминия, титана, меди/бронзы и их сплавов, сплавов редкоземельных элементов, геологических/петрографических образцов, угля, микрошлифов деталей микроэлектроники.

**Micro Rubbing Compound, Rubbing Compound, Liquid Compound 3000 и 9800** - предназначены для полировки поверхностей с помощью абразива различной величины. Используются для обновления цвета автомобиля, устранения царапин на ЛКП, обработки окрашенных участков, подготовки ЛКП к нанесению полиролей.

### Полимерные защитные покрытия для автомобиля

В основном полимерные составы изготавливаются на основе тефлона или уретана. Эти вещества способны защитить авто на длительное время и обеспечить более качественное противостояние внеш-



ним раздражителям в отличие от воска. Держатся нанесённые полимеры от трёх до шести месяцев и создают дополнительный ровный слой.

Полимерный состав полностью изолирует краску от влаги и загрязнений, что при регулярных процедурах позволяет поддерживать respectable вид машины. На новый автомобиль полимерное защитное покрытие легко нанести и самостоятельно без особых навыков. Но в случае если на машине уже есть сколы и царапины (особенно глубокие), перед обработкой полимерами автомобиль нужно отполировать с использованием разномодальных абразивных паст.

Зачастую те, кто владеет грузовым и коммерческим транспортом, нуждаются в более серьёзной защите кузова не только от грязи, но и от механических повреждений. В подобных случаях на лакокрасочное покрытие напыляется слой специального полимера – полимолекулы. Такая защита позволяет транспорту быть стойким даже к серьёзным механическим повреждениям и длительное время сохранять свой первоначальный внешний вид.

Обычно антигравий поставляется в виде аэрозоля или жидкости (которая в любом случае наносится с помощью пульверизатора или специального пистолета), в состав антигравия входят каучук, синтетические смолы и органические растворители. Жидкость при нанесении на поверхность засыхает (полимеризуется) и приобретает необходимые свойства.

При засыхании антигравийное покрытие становится твердым, но эластичным, его поверхность становится мелкобугристой (шершавой). Толщина этого покрытия не превышает 1-2 мм, однако такого слоя более чем достаточно для защиты от гравия, каменной крошки и мусора.

Большим преимуществом антигравия является возможность его покрытия краской или автоэмалью в цвет кузова автомобиля, антигравий имеет пористую структуру, поэтому влага может достигать металла кузова, и если в его состав не входит антикоррозийное средство или преобразователь ржавчины, то покраска этого покрытия после его высыхания просто необходима.

Виды средств для антигравийной обработки можно поделить на группы.

**По долговременности покрытия:**

- долговременное антигравийное покрытие (собственно, антигравий);
- антигравий для временной защиты (средства данного типа образуют пленку, которую при необходимости можно легко снять).

**По типу упаковки:**

- аэрозоль, готовый к применению;
- аэрозольный баллончик, требующий применения специального пистолета.

**По цвету и прозрачности:**

- прозрачный;
- белый;
- серый;
- черный.

**Антигравийная защитная плёнка**

Это специальная защитная плёнка, которой оклеивается кузов автомобиля частично или полностью. Антигравийные плёнки имеют следующие преимущества:

- 100 % защищают краску от ультрафиолетовых лучей;
- срок службы до семи лет;
- защищают от механических повреждений, вплоть до лёгких ДТП;
- не видны на поверхности автомобиля;
- и придают автомобилю блеск;
- не портят лакокрасочное покрытие;
- в процессе демонтажа не оставляют клеевых следов;
- приклеиваются на любую форму;
- при потере блеска полируются.

Сам материал очень тонкий и прочный. В классическом варианте он прозрачный, но при желании можно оклеить авто цветной антигравийной защитой или под карбон. Плёнка электростатична, поэтому очень хорошо притягивает пыль, поэтому требует дополнительной обработки антистатическим составом.

## **Виниловая защитная плёнка**

Винил в первую очередь предназначен для декоративных целей. Используя такую плёнку, можно изменить цвет машины полностью, и это обойдётся дешевле, нежели покраска кузова авто. Также можно нанести рисунок.

Виниловая плёнка эффективна против царапин острыми предметами (например, гвоздями) и краски. С автомобиля, покрытого винилом, с лёгкостью смываются любые загрязнения без особых усилий. При потере лоска плёнка полируется.

Наиболее широко используются следующие:

**Простая виниловая пленка.** Представляет собой материал яркого цвета (как правило, используется черная, синяя, серая или прозрачная), в равной степени сочетающий в себе как те свойства глянцевой, так и матовой пленки.

**Матовая пленка** - материал с ярко выраженной матовой поверхностью определенного цвета (или нескольких цветов), хорошо принимают форму любого изделия без образования пузырей и т. д. Срок службы матовых пленок в большинстве случаев варьируется в диапазоне от 5 до 10 лет.

**Глянцевая виниловая пленка.** Изготавливается на основе хрома. Ее особенность заключается в том, что она частично или полностью отражает любой свет и создает эффект глянцевого блеска, служит от трех до десяти лет.

**Графическая виниловая пленка.** Предназначена для производства на ней цифровой печати.

**Текстурная виниловая пленка.** Имитируют благородные металлы, породы различных деревьев, натуральный камень или хромированную сталь

**Карбоновые виниловые пленки.** Делятся на 2D и 3D. 2D представляет собой двухслойное покрытие, первый слой которого представляет собой рисунок под карбон, а второй - прочное ламинированное вещество, которое защищает рисунок и кузов авто от возможных повреждений. 3D представляет собой новаторский вариант 2D пленки. Он идеально имитирует эффект карбонового волокна, а рисунок наносится методом индивидуальной цветной печати.

**Виниловая пленка типа «хамелеон».** Характеризуется способностью менять цвет (эффект плавного перетекания) в зависимости от того, с какой стороны на него смотреть.

**Флуоресцентное виниловое покрытие (светонакопительное).** Особенность - в светлое время суток она накапливает энергию солнечного света. Ночью же происходит обратный эффект, при котором покрытие автомобиля весьма ярко и эффектно светится в темноте.

Для защиты кузова автомобиля выпускаются такие отечественные материалы: «Мастика сланцевая автомобильная МСА-3», «Автоантикор-2 битумный для защиты днища», «Автоантикор эпоксидный для днища», «Автоантикор эпоксидно-каучуковый для днища», «Мовиль», «Резистин» и др. Эти материалы изготовляют на основе продуктов переработки нефти, сланцев, каучуков, эпоксидных смол и т.п. В их состав входят: ингибиторы коррозии; поверхностно-активные вещества; связующие компоненты (смолы, каучуки, парафины, церезины, синтетические полимеры); наполнители (тальк, асбестовая крошка) и др. Составы обладают хорошей смачивающей способностью, вследствие чего легко проникают в дефекты сварочных швов, трещины, узкие зазоры между листами металла, а также в рыхлую ржавчину, пропитывая ее и замедляя процесс коррозии.

Автомобильная сланцевая мастика **МСА-3**, представляющая собой очень густую черную жидкость, предназначена для защиты днища кузова, внутренней поверхности крыльев, лонжеронов. Покрытие из этой мастики образует эластичную пленку с хорошей адгезией, морозо- и абразивостойкостью.

Мастику наносят на днище и крылья снизу, предварительно обработанные грунтовкой ГФ-021. Для разбавления мастики используют бензин или уайт-спирит. Средняя толщина одного слоя мастики должна быть 0,5... 1 мм. Расход мастики составляет 1...1,5 кг/м<sup>2</sup>.

### **Противокоррозионная мастика**

**БМП-1** - черная мягкая, легко размазывающаяся масса, служит для защиты нижней части кузова. Состав мастики, %: рубракс - 50,6; церезин - 4,5; масло «Вапор» - 13,8; асбест измельченный - 31,1. Мастику наносят распылением или шпателем на хорошо зачищенные металлические поверхности кузова или по грунтовке ГФ-021 или ФЛ-

03К. При нанесении мастики специальным распылителем ее разбавляют ксилолом или толуолом. Шпателем мастику наносят без разбавления.

**Автоантикор-2, битумный** - вязкая черная паста, образует гладкую износостойкую защитную пленку. Для разбавления используют бензин и уайт-спирит. Пасту наносят тремя слоями общей толщиной 1 мм. Первый и второй слои сушат при температуре +20 °С по 5 ч, а третий - 48 ч. Расход пасты составляет 1...1,5 кг/м<sup>2</sup> поверхности кузова.

Автоантикор для днища резинобитумный образует эластичную пленку с повышенной абразивностью. Пасту наносят только кистью в три-четыре слоя общей толщиной 1...1,5 мм. Первые слои сушат при температуре +20 °С по 4...6 ч, а последний - 10 ч. Расход пасты составляет 1,5 кг/м<sup>2</sup> поверхности кузова.

Автоантикор битумно-каучуковый «**Битукас**» - вязкая жидкость. Препарат наносят двумя слоями общей толщиной 0,7...0,8 мм. Первый слой сушат при температуре +20 °С в течение 3 ч, второй в течение 24 ч. Расход составляет 0,7...0,8 кг/м<sup>2</sup> поверхности кузова автомобиля.

**Автоантикор эпоксидно-каучуковый** - вязкая жидкость, которую наносят кистью или распылителем тремя слоями, общей толщиной 1 мм. Отверждение промежуточных слоев при 20 °С происходит в течение 1...1,5 ч, а последнего слоя - 24 ч. Перед употреблением в основную массу вводят отвердитель в количестве 20 г на 1 кг неразбавленного антикора. После введения отвердителя антикор необходимо использовать в течение 5 ч, так как затем он затвердевает и становится непригодным для дальнейшего употребления. Для разбавления используют растворитель № 646 или № 647.

Автосредство для защиты днища «**Антикоррозин**» - очень густая жидкость, которую наносят двумя слоями общей толщиной 0,8...1,0 мм. Первый слой сушат при температуре +20 °С в течение 4 ч, второй - 24 ч. Расход препарата составляет 0,8...0,9 кг/м<sup>2</sup> поверхности кузова.

**Автоантикор М-14** в виде пасты наносят в два-три слоя общей толщиной 0,5 мм только кистью. Промежуточные слои сушат при тем-

пературе +20 °С в течение 0,5 ч, а последний -1ч. Расход пасты составляет 0,3...0,5 кг/м<sup>2</sup>.

**Тектил ТЛ-122А** - высоковязкая черная паста, имеет хорошую адгезию к металлу. Покрытие имеет хорошую эластичность, тепло- и морозостойкость, абразивостойкость (не разрушается под воздействием песка, гравия и льда).

**Финикор №4** - густая темная паста, покрытия из которой обладают повышенной износо- и ударостойкостью к летящим камням, щебню и т.п. Для разбавления применяют бензин, уайт-спирит. Сушку осуществляют при температуре 20...24 °С в течение 4 ч.

Паста водозапорная предназначена для промазывания сварных швов и неплотностей для предохранения от проникновения воды внутрь кузова. Пасту наносят шпателем на зачищенные места кузова ровным слоем.

Препарат «**Мовиль**» - сиропообразная жидкость темно-коричневого цвета. Препарат предназначен для защиты внутренних полостей дверей, порогов и других закрытых элементов кузова. Обладает хорошей проникающей и пропитывающей способностью, легко растекается по металлу, быстро вытесняет с его поверхности влагу и образует воскообразную пленку толщиной 30...40 мкм. Сушат покрытие при температуре 18...24 °С в течение 4...6 ч.

Резистин, выпускаемый в аэрозольной упаковке, предназначен для защиты от коррозии скрытых полостей кузова.

**Финикор № 2** - легкоподвижная жидкость, предназначена для защиты гнезд фар, крышки багажника, подставки аккумулятора, шовных соединений крыльев, тыльной части буферов. Для разбавления используют бензин и уайт-спирит. Состав высыхает в течение 2 ч, образуя твердую воскообразную пленку.

Противокоррозионный материал Permahyd Steinschlag Elastic 7100-7103 немецкой фирмы «Spies Hecker» - высокопластичное средство, имеющее водорастворимую основу и обеспечивающее защиту поверхностей кузова от ударов камней. Материал поставляется серо-бежевого, черного, белого, серого цветов и на него можно наносить любые покровные краски. Средство пригодно для нанесения на хоро-

шо сохранившееся отшлифованное старое лакокрасочное покрытие, а также на загрунтованные и обработанные наполнителем поверхности.

## **5 ГРУНТОВКИ, ШПАТЛЕВКИ, РАЗБАВИТЕЛИ, ОТВЕРДИТЕЛИ, КЛЕИ**

### **5.1 Грунтовки**

В процессе кузовного ремонта могут использоваться несколько видов грунтовок, у каждой из которых своё назначение. Выбор необходимого вида грунтовки определяется характером повреждений автомобиля и конечной целью ремонта.

**Вытравливающие грунтовки.** Содержат в своём составе азотную кислоту, которая вступает в химическую реакцию с металлом и подготавливает поверхность кузова к сцеплению с краской. Кроме того, вытравливающие грунтовки надёжно защищают кузов от процессов коррозии.

**Антикоррозийные грунтовки.** Применяют в работе с особо проржавевшими участками кузова автомобиля. Такие грунтовки, благодаря своей упруго-эластичной консистенции, локализуют процесс коррозии и создают слой, эффективно удерживающий лакокрасочное покрытие.

**Грунтовки-порозаполнители.** Отличаются высокой текучестью и применяются в целях повышения прочности. Эти грунтовки наносят на поверхность, предварительно обработанную другими видами грунтовочных составов.

**Грунтовки с наполнителями.** Имеют в своём составе различные добавки, цель которых добиться определённых технических параметров. Грунтовка с примесью цинка способствуют повышению термостойкости. Ею обрабатывают места сварочных швов и электропроводных соединений. Аллюминиево-цинковая грунтовка предназначена для обработки аллюминиевых и оцинкованных частей кузова.

**Грунтовка-изолятор.** Выполняет функции разделителя между несовместимыми слоями из различных материалов. Основой грунто-

ки-изолятора является растворитель, не вступающий в реакцию с краской. Это может быть древесный спирт или вода.

**Грунтовки для работы с пластиком.** Для удобства их выпускают в аэрозольной упаковке. Они легко наносятся на пластиковые и резиновые поверхности. Обработанные детали надёжно защищаются от агрессивных воздействий окружающей среды и прекрасно сцепляются с краской.

**Грунтовки-шпатлевки.** Применяются для выравнивания кузовных поверхностей и прекрасно скрывают различного рода дефекты. В их составе содержатся различные мелкодисперсные наполнители, легко заполняющие все неровности. Такие грунтовки после высыхания нуждаются в тщательной шлифовке.

**Грунтовки против сколов.** Эти грунтовки дают прекрасные результаты при обработке ветровых щитков, порогов, капота и других мест, подверженных механическому воздействию. Они не только предохраняют лакокрасочное покрытие от сколов, но способствуют повышению шумоизоляции и защищают кузов от коррозии.

По роду пленкообразующего вещества грунтовки подразделяются следующим образом.

**Таблица 4**

**Обозначение грунтовок по роду пленкообразующего вещества**

Наименование грунтовок по роду пленкообразующего вещества	Обозначение грунтовок	Наименование основных пленкообразующих веществ
1	2	3
Алкидно-акриловые	АС	Сополимеры акрилатов с алкидами
Битумные	БТ	Природные асфальта и асфальтиты. Искусственные битумы. Пеки
Глифталевые	ГФ	Смолы алкидные глицефталатные (глифтали)
Канифольные	КФ	Канифоль и ее производные: резинаты кальциевый, цинковый и т.д., эфиры канифоли, канифольно-малеиновая смола
Каучуковые	КЧ	Дивинилстирольный, дивинилнитрильный и другие латексы, хлоркаучук, циклокаучук
Кремнийорганические	КО	Смолы Кремнийорганические - полиорганосилоксановые, полиорганосилазаносилоксановые, кремнийорганоуретановые и другие смолы



Продолжение таблицы 4

1	2	3
Масляно- и алкидно-стирольные	МС	Смолы масляно-стирольные, смолы алкидно-стирольные (сополимеры)
Масляные	МА	Масла растительные
Меламинные	МЛ	Смолы меламина-формальдегидные, алкидно-меламина-формальдегидные
Карбамидные	МЧ	Смолы карбамидо-формальдегидные, алкидно-карбамидо-формальдегидные, алкидно-карбамидо-меламина-формальдегидные
Нитроцеллюлозные	НЦ	Лаковые коллоксилины, нитроалкидные композиции (нитроглифталы, пнтропентафталы и т.д.), нитроцеллюлозо-уретановые, нитроаминоформальдегидные
Пентафталевые	ПФ	Смолы алкидные пентаэритритофталатные (пентафталы)
Перхлорвиниловые и поливинилхлоридные	ХВ	Перхлорвиниловые смолы, поливинилхлоридные смолы
Полиакриловые	АК	Сополимеры (и полимеры) акриловых и метакриловых кислот, их эфиров и других производных со стиролом, винулацетатом и другими виниловыми мономерами, а также отверждаемые изоцианатами
Полиуретановые	УР	Полиуретаны на основе полиатомных спиртов и полиизоцианатов
Полиэфирные ненасыщенные	ПЭ	Смолы полиэфирные ненасыщенные
Сополимеро-винилхлоридные	ХС	Сополимеры винилхлорида с винулацетатом, винилиденхлоридом, винилбутиловым эфиром и другими винильными мономерами
Фенольные	ФЛ	Смолы фенолоформальдегидные (модифицированные, 100%-ные) на основе фенолов, крезолов и ксиленолов, масляно-фенольные смолы
Фторопластовые	ФП	Фторопроизводные этилена; политетрафторэтилен, политрихлорфторэтилен
Хлорированные полиэтиленовые	ХП	Хлорсульфированные полиэтилен, хлорполиэтилен, хлорполипропилен
Эпоксидные	ЭП	Смолы эпоксидные, алкидноэпоксидные, нитроцеллюлозноэпоксидные, алкидно-меламиноэпоксидные, эпоксиуретановые и другие эпоксидно-модифицированные смолы
Эпоксифирные	ЭФ	Эпоксиды, модифицированные жирными кислотами растительных масел
Этрифталевые	ЭТ	Смолы алкидные этриолфталатные (триметилпропанфталевые)
Нефтеполимерные	НП	Смолы продуктов пиролиза нефти, кубовых остатков ректификации нефти (индена, цикло-, дициклодиенов, пиропластов стирола.

Грунтовок для автомобиля есть несколько видов:

- водостойкие эпоксидные грунтовки на основе смол;
- выравнивающие составы (праймеры);
- герметики для автомобилей.

Виды грунтовок по механизму защиты:

- пассивирующий грунт - в его составе есть хроматы металлов, придающие материалу кузова автомобиля пассивные свойства; при попадании влаги на такую поверхность не будет происходить реакция окисления; к этой группе относятся составы с маркировкой ГФ-031 и другие; крылья и днище авто защищают свинцово-суриковыми составами;

- протекторный грунт - защищает металл, принимая на себя негативное воздействие окружающей среды; в его составе металлическая пыль с более низким, чем у кузова авто, потенциалом - свинцовая, цинковая, алюминиевая; к этому виду относятся эпоксидные основы ряда ЭП-057, они являются суспензией металлического порошка в эпоксидной смоле, стабилизируются составы бентонитом, отверждаются полиамидным отвердителем;

- грунты, содержащие инертные частицы, чаще используют для мелкого ремонта кузова автомобиля, они не вступают во взаимодействие с пленками других покрытий, а механически защищают металл от влаги; в этом ряду популярны ФЛ-ОЗК, а также состав ГФ-21;

- грунтовки с фосфатирующим действием - фосфорная кислота являющаяся их основным компонентом, прочно сцепляется с металлом кузова авто и защищает его труднорастворимым слоем, хорошая адгезия позволяет наносить эти грунты слоем намного меньшим, чем остальные; агрессивный кислотный состав обладает свойством проникать в металл, максимально увеличивая адгезию; маркировка этого ряда - ВЛ;

- модификатор ржавчины - используется, когда будет выполняться покраска на кузове с явными следами коррозии; состав вступает в реакцию с неочищенной поверхностью, образуя глубоко проникающий защитный слой; для реакции нужна температура воздуха не ниже 15 градусов, нанесение своими руками возможно кистью или с помощью распылителя.

Виды грунтов по составу компонентов:

- однокомпонентные - без отверждающего вещества, их недостаток - продолжительная сушка; поэтому для обработки авто используются все реже;

- двухкомпонентные - имеют в составе отвердитель, среднее время сушки - сутки, применяются часто;

- спиртовые - благодаря эфирному составу высыхают всего за час, имеют твердую или мягкую консистенцию, это влияет на усилие при шлифовке своими руками и прочность покрытия; мягкие шлифуются легко, но склонны к усадке, что негативно сказывается на том, как будет выглядеть покраска.

**АС-0340** применяется для грунтования поверхностей изделий из стали и чугуна, а также нанесения на поверхности, поврежденные как сплошной, так и местной или точечной коррозией (с толщиной слоя ржавчины не превышающего 70 мкм), как чистых, так и ранее окрашенных, с последующей окраской эмалями разных типов (ПФ, АУ, ХВ, НЦ, УР), формирующими требуемые эксплуатационные и визуально-декоративные параметры покрытия.

**2K BT LV 350 Primer EP Sikkens** - эпоксидный грунт-выравниватель с высокой толщиной пленки, отличным качеством поверхности и высокой защитой от коррозии. Двухкомпонентный эпоксидный грунт-выравниватель предназначен для использования в кузовном ремонте автомобилей и производстве коммерческого транспорта.

**ГФ-073** - суспензия пигментов и наполнителя в полуфабрикатном глифталеовом лаке с добавлением сиккатива. После высыхания при 18...22 °С до степени 3 грунтовка образует однородное матовое покрытие желто-коричневого цвета, обладающее водостойкостью, антикоррозионной стойкостью и хорошей адгезией к металлу, грунтовкам ФЛ-093 и ЭФ-083 и к автомобильным эмалям МЛ-197 и МЛ-1110. Плотность грунтовки составляет 1100...1150, а пленки 2000...2300 кг/м<sup>3</sup>. Назначение - грунтование прошлифованных до металла мест кузовов легковых автомобилей. Грунтовку наносят на поверхность краскораспылителем после разбавления ее ксилолом до рабочей вязкости 22...24 с по ВЗ-4 при 20 °С. При нанесении на загрунтованную грунтовкой

ГФ-073 поверхность эмали МЛ-197 или МЛ-1110 блеск пленки должен уменьшаться не более, чем на 5 %.

**ГФ-089** - суспензия технического углерода и наполнителя в смеси раствора меламинаформальдегидной и глифталевой смол. После высыхания грунтовка образует гладкую полуматовую или полуглянцевую пленку с хорошей адгезией и водостойкостью, стойкостью к действию солевого тумана (5 %-ного раствора  $NaCl$ ) в течение 96 ч, к действию влажных паров в гидростате - 150 ч. Основное назначение - окраска карданных валов и других деталей автомобилей. Грунтовку наносят на поверхность методами пневматического и электростатического распыления. Перед нанесением в электростатическом поле грунтовку разбавляют растворителем РКБ-1, а при нанесении краскораспылителем - ксилолом

**Изолирующая грунтовка ГФ-020 (коричневая)** разбавляется при помощи ксилола или сольвента. Данная автомобильная грунтовка очень часто используется для большинства машин. Можно сказать, что это основной грунт в производстве автомобилей. При температуре от 15 до 25 °С полностью отверждается в течение 48 часов. А при температуре около 110 °С – за 30 мин..

**Пассивирующая автомобильная грунтовка ГФ-017 (темно-коричневая)** применяется при грунтовании кабин грузовых автомобилей и бандеризированных кузовов легковых автомобилей. В качестве пигментной части используется мумия и хромат цинка. Разбавляется автомобильная грунтовка ГФ-017 сольвентом. Отверждается в течение получаса при температуре 125 °С.

**Изолирующая грунтовка ГФ-021** наносится на деревянную либо металлическую поверхность под эмаль. Высыхает при комнатной температуре (18...22 °С) в течение суток. Для ее производства используются цинковые белила, кальцит, микротальк и красный железоксидный пигмент.

**Пассивирующая автомобильная грунтовка ГФ-073 (желтая)** используется для обработки кузовов автомобилей. Для ее производства используются следующие пигменты: микротальк, триоксихромат цинка, красный железоксидный пигмент. Высыхает при комнатной температуре в течение суток. Разбавляется ксилолом.

**КЧ-190** - суспензия технического углерода и наполнителя в смеси растворов модифицированной алкидной смолы и хлоркаучука. Эмаль применяют для окраски деталей легковых автомобилей - штанг стабилизаторов и рычагов привода регуляторов задних тормозов, пружин передних подвесок. Отличается хорошей адгезией, высыхает при 18...22 °С в течение 40 мин. Прочность пленки эмали при растяжении - не менее 6 мм на приборе «Э». После высыхания эмаль образует черное полуглянцевое покрытие, стойкое к действию влаги в гидростате в течение 150 ч, солевого тумана (в камере) - 96 ч, низких температур (до -40 °С) - 24 ч. Назначение - нанесение на кузова и детали оперения автомобилей. Грунтовку наносят на поверхность методами пневматического и электростатического распыления. При нанесении краскораспылителем грунтовку разбавляют сольвентом или ксилолом. Толщина однослойного покрытия 15...20 мкм, а двухслойного - 30...40 мкм.

**КО-828** - суспензия алюминиевой пудры в растворе кремнийорганического лака КО-08, представляющего собой раствор полиметилфенилсилоксановой смолы в толуоле. После высыхания эмаль образует гладкое покрытие серебристого цвета, которое должно характеризоваться следующими показателями (гарантируемыми заводом-изготовителем): стойкость пленки к действию влажных паров (в гидростате) - не менее 150 ч, стойкость к солевому туману (5 %-ный раствор *NaCl*) при 35 °С - не менее 96 ч, стойкость к попеременному воздействию нагревания при 400 °С и воды при 18...22 °С - не менее 5 циклов. Эмаль обладает высокой термостойкостью (400 °С), а также хорошими диэлектрическими свойствами. Основное назначение - окраска деталей легковых автомобилей (из стали марки 08КП) по фосфатированной и нефосфатированной поверхностям.

**МС-17** предназначена для защитной окраски узлов шасси и других деталей автомобилей, а также других металлических изделий. Выпускается черного и светло-серого цветов.

**ПФ-0294** - применяется для защиты металлоконструкций, в том числе оборудования, транспортных средств, кузовов подвижного состава железнодорожного транспорта и сельскохозяйственных машин, деталей, изделий электромашиностроения, станкостроения и других изделий из металла.

**ХС-010 “Б”** - однокомпонентный состав, который применяется для покрытия металлических конструкций, оборудования и сооружений, подверженные эксплуатации в условиях воздействия минеральных солей, щелочей, кислот, газов и химических реагентов.

**ХС-010 “Б” (ТУ 6-21-51-90)** применяют в сочетании с лаками и эмалями, которые наносятся уже на прогрунтованную поверхность. Перед работой следует перемешать и наносить грунтовку способом пневматического распыления.

**DINITROL 550** – это грунт черного цвета на основе растворителя, быстро сохнет благодаря своим физико-химическим свойствам. Разработан для подготовки очищенной поверхности в качестве реагента для DINITROL полиуретановых клеев. Грунт хорошо подходит для применения на гальванизированных металлических, алюминиевых, стальных и стекловолоконистых, усиленных полиэфиром, поверхностях, а также на различных окрашенных и лакированных поверхностях. Усиливает адгезию полиуретана к различным субстратам, предотвращает ухудшение свойств клея/герметика под воздействием ультрафиолетовых лучей.

**Коричневая пассивирующая грунтовка ФЛ-03К** высыхает в течение получаса при температуре 110 °С. Используется для обработки черных металлов. Доводится до рабочей вязкости при помощи ксилола либо растворителя или их смеси 1:1 с уайт-спиритом. Для ее производства используются следующие пигменты: цинковые белила, железный сурик, тальк и тетраоксихромат цинка.

**ФЛ-093** - суспензия пигментов в резидроле ВА-133. Выпускается трех цветов - красно-коричневого, серого и черного. После высыхания при 180°С в течение 0,5 ч грунтовка образует полуглянцевое покрытие, обладающее высокой адгезией, бензостойкостью и хорошими физико-механическими свойствами.

**В-КФ-093** - грунт является суспензией пигментов в резидроле ВА-133. Предназначен для нанесения на кузова, кабины, детали, узлы машин и сельскохозяйственной техники, а также других изделий, эксплуатирующихся в различных климатических районах.

**ЭП-083** обладает пассивирующим воздействием на металл. В состав входят: цинковые и титановые белила, хромат бария, микроба-

рит микротальк. Иногда используется в промышленности, т.к. отверждается при температуре около 150°C не более 20 минут. Используется в качестве защиты кузова и многих других деталей машины, предварительно обработанных в растворах фосфатов (подверженных фосфатированию).

**ЭФ-083** - суспензия пигментов и наполнителей в растворе эпоксиэфира (лака ЭЭ-42-3) и меламиноформальдегидной смолы. Полуфабрикатный лак ЭЭ-42-3 представляет собой раствор смолы Э-44, этерифицированной жирными кислотами льняного масла.

**НЦ-097** - для грунтования небольших участков металлической поверхности при проведении ремонтных работ лакокрасочного покрытия автомобилей.

**Фосфатирующая автомобильная грунтовка ВЛ-02** очень быстро высыхает (около 15 минут при комнатной температуре). Пигментную часть составляет тетраоксихромат цинка. Грунтовка часто используется для межоперационной защиты от электрохимической коррозии металлических деталей в течение нескольких месяцев, а также в качестве обычного грунтовочного слоя.

**Пассивирующая водоземulsionная грунтовка В-МЛ-0143** используется для обработки поверхности черных металлов. Высыхает при температуре 180 °С в течение 30 минут. Пигментную часть пассивирующей грунтовки составляют технический углерод, микротальк, хромат стронция и микробарит.

## 5.2 Шпатлевки

Существует несколько видов шпатлевок, которые классифицируются в зависимости от их основного назначения:

- шпатлевки для наполнения - это крупнозернистая масса, которая применяется для заделки различных неровностей на поверхности. Шпатлевку для заполнения можно наносить и на металл, и на краску, и на армирующую шпатлевку. После нанесения на поверхность, могут появляться поры, которые требуют дальнейшей обработки.

- армирующая шпатлевка (волосянка) - крупнозернистая шпатлевка с примесями стекловолокон. Предназначена для заделки существ-

венных неровностей и повреждений на поверхности. Нанесение этого вида шпатлевки возможно как на чистый металл, так и на лакокрасочное покрытие (предварительно необходима шлифовка).

- финишная шпатлевка (доводочная)- мелкозернистая масса, предназначенная для нанесения на различные поверхности с целью устранения микропор, рисок и мелких дефектов после нанесения крупнозернистых видов шпатлевок.

- шпатлевки для пластика используются при ремонте изделий и запчастей из пластика. Эта мелкозернистая масса легко устраняет дефекты и не требует нанесения слоя доводочной шпатлевки. В целях экономии некоторые специалисты предварительно кладут слой шпатлевки по пластику, а уже сверху наносят обыкновенную шпатлевку.

- шпатлевка, которая наносится методом напыления, в основном используется при ремонте больших площадей. Нанесение производится на металл, либо на другие шпатлевки.

- акриловая однокомпонентная шпатлевка предназначена для устранения пор, рисок и микротрещин. Она не требует активации и грунтовки, легко наносится, однако учитывайте, что толстые слои такой шпатлевки наносить нельзя, поскольку со временем возможно осыпание.

**НЦ-007, НЦ-008, НЦ-009** предназначены для выравнивания загрунтованных металлических поверхностей, а также для исправления кузовов по выявительному слою эмали.

**ПФ-002** используют для общего и местного шпатлевания поверхностей кузова при отсутствии горячей сушки последующих слоев покрытия.

**МС-006** предназначена для исправления мелких дефектов на загрунтованной поверхности, а также на поверхностях, покрытых эмалью.

**ЭП-0010, ЭП-0020** - грунт-шпатлевки, предназначены для выравнивания как загрунтованных, так и незагрунтованных поверхностей с глубиной дефектов до 15 мм. Для нанесения распылителем шпатлевку ЭП-0010 разводят разбавителем.

**Полиэфирная двухкомпонентная быстротвердеющая универсальная автомобильная шпатлевка** предназначена для выравнивания



нивания металлических окрашенных и неокрашенных поверхностей кузова, заделки стыков, швов, трещин, раковин с возможным последующим воздействием температуры до 100 °С в течение не более 2 ч и при горячей сушке окрашенного кузова. Можно использовать также для исправления дефектов неметаллических поверхностей – дерева, керамики, отдельных видов пластмасс, а также для склеивания их как между собой, так и в сочетании друг с другом.

**2507 (Raderal)** - волокнистая шпатлевка двухкомпонентный материал, относящийся к 2К-полиэфирной системе. Она обладает хорошей пластичностью и высокой прочностью. Благодаря содержанию в шпатлевке стекловолокна, она пригодна для ремонта проржавевших частей кузова с ослабленной несущей способностью. Пригодна для нанесения на поверхности деталей кузова, изготовленных из стали, алюминия, оцинкованной стали, стеклопластика. Ее нельзя наносить на поливинилбутиленовые (кислотоотверждаемые) реактивные грунты или 1К-грунты (например, искусственная смола), на термопластичные или вязкоэластичные лаковые покрытия. В особых случаях можно наносить шпатлевку на указанные покрытия, но при этом обрабатываемая поверхность должна быть обязательно зачищена до чистого металла.

**Полиэфирная шпатлевка 2030 (Raderal Vario)** – относится к 2К-полиэфирной системе, которая пригодна также и для оцинкованных поверхностей. Пластична, легко шлифуется и обладает высокой прочностью и особенно хорошо подходит для коротковолновой и средневолновой инфракрасной сушки. Может применяться как в качестве наполняющей, так и тонкой шпатлевки. Шпатлевочное покрытие устойчиво к температуре до +80 °С. Предназначена для нанесения на поверхности деталей кузова, изготовленные из стали, алюминия, оцинкованной стали, стеклопластика, имеющие старое лакокрасочное покрытие, отвердевший 2К-наполнитель или 2К-грунт. Нельзя наносить на поливинилбутиленовые (кислотоотверждаемые) реактивные грунты или 1К-грунты (например, искусственную смолу), на термопластичные или вязкоэластичные лаковые покрытия. В особых случаях можно наносить шпатлевку и на указанные покрытия, но при этом

обрабатываемая поверхность должна быть обязательно зачищена до металла.

**Полиэфирная шпатлевка 2511 (Raderal Vario)** – пластична, легко шлифуется, обладает высокой прочностью и устойчива к температуре до +80 °С. Хорошо подходит для коротковолновой и средне-волновой инфракрасной сушки. Может применяться как в качестве наполняющей так и тонкой шпатлевки. Применяется для нанесения на поверхности деталей кузова, изготовленных из стали, алюминия, оцинкованной стали, стеклопластика, имеющие старое лакокрасочное покрытие, отвердевший 2К-наполнитель или 2К-грунт. Ее нельзя наносить на поливинилбутиленовые (кислотоотверждаемые) реактивные грунты или 1К-грунты (например, искусственную смолу), на термопластичные или вязкоэластичные лаковые покрытия. В особых случаях можно наносить шпатлевку и на указанные покрытия, но при этом обрабатываемая поверхность должна быть обязательно зачищена до голого металла.

**Шпатлевка 0911 (Raderal)** - тиксотропная, полиэфирная, относится к 2К-полиэфирной системе. Пригодна для нанесения на уже подготовленную поверхность для исправления небольших повреждений и заполнения пор. Пластична при нанесении, покрытие хорошо шлифуется и устойчиво к температуре до +80 °С.

**Шпатлевка жидкая 3508 (Raderal)** - серо-бежевая является двухкомпонентным материалом на основе ненасыщенных полиэфирных смол, относящихся к 2К-полиэфирной системе. Обладает сильными наполняющими свойствами, наносится распылением, особенно пригодна для заполнения пор и неровностей грубо обработанных поверхностей деталей кузова. Покрытие быстро высыхает и легко шлифуется. Используется для стальных и алюминиевых и оцинкованных материалов.

**2521 (Raderal)** – материал на основе полиэфирных смол, пригоден для заполнения небольших неровностей, царапин и пор, в частности, на выступах, ребрах, в пазах и изгибах деталей. Отличается быстрым высыханием, хорошей шлифуемостью и длительной жизнеспособностью. Устойчив к температуре до +80 °С. Пригоден для нанесения: на сталь и алюминий; на отвердевшее, плохо поддающееся рас-

творению старое лакокрасочное покрытие; на грубо зашпатлеванные поверхности; на поверхности, загрунтованные с помощью красно-коричневого реактивного грунта 8583 (Permacron 4:1).

**7715 (Permacron)** – однокомпонентная шпатлевка, на основе специальной комбинации акриловых смол, не требующая дополнительных компонентов для высыхания. Шпатлевка имеет нейтральный светло-бежевый цвет и пригодна для последующей обработки подготовленной поверхности, а также для шпатлевания небольших повреждений, в том числе на зачищенном чистом металле.

**Порозаполнитель 3311 (Priomat)** - однокомпонентная наполняющая для устранения небольших пор на поверхностях деталей автомобиля, изготовленных из полиуретановых материалов.

**GLAS-1000** - наполнительная полиэфирная шпатлевка, усиленная стекловолокном. Отличается очень высокой механической прочностью, вследствие чего рекомендуется к применению на начальном этапе шпатлевания. Служит для заполнения только самых глубоких неровностей, а также усиливает растянутый после кузовного ремонта металл.

### 5.3 Разбавители и отвердители

Растворители и разбавители применяют для того, чтобы лакокрасочные материалы имели необходимую рабочую вязкость. Они представляют собой однокомпонентные органические летучие и бесцветные жидкости или их смеси в различном сочетании компонентов. При смешивании с лакокрасочными материалами растворители не должны вызывать коагуляцию (свертывание) пленкообразователя, расслоение и помутнение раствора. Состав растворителей подбирают таким образом, чтобы обеспечить оптимальные условия для высыхания лакокрасочного материала, достаточные розлив и плотность нанесенной пленки. Ввиду повышенной токсичности бензола его применение как растворителя ограничено.

**Нефтяные растворители** подразделяют на низкокипящие (бензиновые), выкипающие при температуре до 150 °С (их маркируют индексом Б), и высококипящие (керосиновые), выкипающие при темпе-

ратуре более 150 °С (их маркируют индексом К). В зависимости от углеводородного состава растворителя, исходного сырья и технологии получения нефтяные растворители подразделяют на следующие группы:

- П - парафиновые, содер. более 50 % (мас. доля) нормальных парафиновых углеводородов;
- И - изопарафиновые, содержащие более 50 % изопарафиновых углеводородов;
- Н - нафтеновые, содержащие более 50 % нафтеновых углеводородов;
- А - ароматические, содержащие более 50 % ароматических углеводородов;
- С - смешанные, содержащие не более 50 % углеводородов каждой из групп.

В зависимости от содержания ароматических углеводородов группы нефтяных растворителей (кроме ароматических) делят на подгруппы (таблица )

**Таблица 5**

**Подгруппы растворителей**

Номер подгруппы	0	1	2	3	4	5
ароматические углеводороды, % (мас. доля)	0-0,1	0,1-0,5	0,5-2,5	2,5-5,0	5-25	25-50

В условное обозначение нефтяного растворителя, выпускаемого промышленностью, входят следующие данные: сокращенное название - нефрас, затем обозначение группы, номер подгруппы и пределы выкипания продукта, записанные через дробь. За нижний предел выкипания принимают температуру начала кипения, за верхний - конечную температуру, установленную техническими требованиями на соответствующий растворитель. Например, нефтяной парафиновый растворитель с содержанием ароматических углеводородов от 2,5 до 5,0 % и выкипающий в пределах температур 30...80 °С обозначают: нефрас-ПЗ-30/80. Марки и классификация нефтяных расворителей приведена в Приложении 7. Марки растворителей российского производства и их состав представлены в Приложении 8.

**646** - состав: этанол (15 %), бутанол (10 %), толуол (50 %), этилцеллозольв (8 %), ацетон (7 %), бутилацетат (10 %), применение рассчитано на нитролаки, нитроэмали, глифталевые и эпоксидные грунтовки, придает дополнительный блеск лакокрасочному покрытию после высыхания. Он является наиболее активным растворителем.

**Р-Универсал** - универсальный разбавитель краски, высококачественный органический растворитель для лакокрасочной продукции, представляет собой состав из смеси органических растворителей. Применяется для разбавления до рекомендуемой вязкости грунтовок, красок и эмалей, для очистки инструмента после работы, а также для удаления масляных загрязнений.

Растворители **Permacron** фирмы «Spies Hecker» рекомендуется для ремонтной окраски легковых автомобилей. Позволяет довести вязкость любых основных материалов до рабочей, что позволяет эффективно работать в любых производственных условиях. Все рассматриваемые ниже растворители этой фирмы имеют температуру воспламенения выше +23 °С.

Растворитель **6020** (Permacron Multicrul) - универсальное средство для всех 2К-акриловых материалов и для всех красок, имеет плотность 0,87 г/см<sup>3</sup>. Применяется для разбавления до рекомендуемой вязкости Permacron красок серий 293/295 и 257, а также грунтов, наполнителей и прозрачных лаков.

Растворитель **3055** (Permacron Supercryl) - ускоряющее универсальное средство для всех красок первого покрытия, имеет плотность 0,87 г/см<sup>3</sup>. Применяется для разбавления до рекомендуемой вязкости Permacron красок серий 293/295 при низкой и средней температуре обработки или для небольших поверхностей.

Растворитель **3056** (Permacron Supercryl) - замедляющее универсальное средство для всех красок, имеет плотность 0,87 г/см<sup>3</sup>. Применяется для разбавления до рекомендуемой вязкости Permacron красок серий 293/295 при температуре обработки в помещении свыше +25 °С и для больших поверхностей.

Растворитель **3364** (Permacron) - универсальное средство для всех 2К-акриловых материалов, имеет плотность 0,87 г/см<sup>3</sup>. Применяется

ется для разбавления до рабочей вязкости грунтов, наполнителей и покровных красок (кроме красок первого покрытия).

Растворитель **3365** (Permacron) - замедляющее универсальное средство для всех 2К-акриловых материалов, имеет плотность 0,92 г/см<sup>3</sup>. Применяется для улучшения растекания материала и поглощения лакокрасочного тумана при температуре в помещении выше +25 °С и большой площади ремонта.

Растворитель **3366** (Permacron) - сильно замедляющее универсальное средство для всех 2К-акриловых материалов, имеет плотность 0,94 г/см<sup>3</sup>. Применяется для улучшения растекания материала и поглощения тумана при температуре в помещении выше +35 °С и большой площади ремонта.

Растворитель **8580** (Permacron MS) - универсальное средство с ускорителем высыхания для всех двухкомпонентных материалов на основе акриловых смол, имеет плотность 0,88 г/см<sup>3</sup>. Препарат сокращает время сушки Permacron краски серии 257, а также Permacron двухкомпонентных акриловых прозрачных лаков и наполнителей. Применяется для разбавления до рабочей вязкости грунтов, наполнителей и покровных красок (кроме красок первого покрытия). По мерной линейке 5...10 % растворителя Permacron MS 8580 добавляется в Permacron краску серии 257 или Permacron MS прозрачный лак T30, 8010, 8025, 8100, Vario прозрачный лак 8000. Для 2К-акриловых наполнителей количество добавления определяется по инструкции для соответствующего наполнителя. В Permacron 2К-покровные краски нельзя добавлять более 10% растворителя.

Ускорить местную окраску кузова можно одновременным применением для всех Permacron 2К-покровных красок и 2К-акриловых наполнителей Permacron MS отвердителя 3050 (сверхбыстрого) и растворителя Permacron MS 8580.

Растворитель **1031** (Permacron) для снятия переходов, используется для частичной подкраски однослойными красками серии 257 и двухслойными серий 293/295, имеет плотность 0,88 г/см<sup>3</sup>. Применяется для создания незаметного для глаза перехода от ремонтного лакокрасочного покрытия к оригиналу.

## Отвердители

Отвердители обеспечивают полимеризацию различных лакокрасочных материалов в любых производственных условиях. Они отличаются легкостью и простотой в использовании, высокой химической активностью и обеспечивают быстрое высыхание красок, лаков, наполнителей, грунтов и др. лакокрасочных материалов даже на воздухе при невысоких температурах и в окрасочных камерах с невысокой производительностью и недостаточным воздухообменом.

Отвердители делятся на две группы:

1. Непосредственно отвердители, которые являются составляющей частью двухкомпонентных красок. Они активизируют полимеризацию эпоксидных смол;

2. Сиккативы представляют собой добавки, способные ускорить отвердевание однокомпонентных материалов. Присутствие таких веществ – это обязательное условие только для масляных красок.

Сиккативы обогащают кислородом толщу пленки, что ускоряет процесс окисления, и, как следствие, полимеризации однокомпонентной краски.

Для разведения эпоксидной смолы используются отвердители двух типов:

1. Кислотные соединения. К этой группе относятся разные дикарбиновые кислоты, а также их ангидриды (малеиновый; фталевый; метилендииковый; гексагидрофталеый; метилтетрагидрофталеый и др.);

2. Аминные соединения. В эту группу входят различные амины – самый распространенный и простой вариант отвердителя для эпоксидной смолы (полиэтиленполиамин (ПЭПА); аминокрилаты; триэтилентетрамин (ТЭТА); полиамины).

Диэтилентриамин (ДЭТА):

- прозрачный, жидкий отвердитель без оттенка;
- имеет характерный аммиачный запах;
- срок хранения – 24 месяца при температуре от  $-5^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ ;
- рекомендованный режим отверждения – 24 часа ( $+25^{\circ}\text{C}$ ), 5 часов ( $+70-80^{\circ}\text{C}$ );

- отвердитель экзотермичен, то есть процесс отверждения смолы сопровождается повышением температуры состава;

- нельзя применять для заливки объемных деталей;

- пропорции эпоксидной смолы и отвердителя – порядка 8-12%

ДЭТА для смолы ЭД-20, D.E.R 330.

CHS-Hardener P-11 (Telalit 0210) – аналог ПЭПА:

- прозрачный, вязкий с резким запахом;

- не рекомендуется оставлять в открытом виде;

- не имеет посторонних добавок, поэтому менее термостабилен;

- перед использованием желательно провести тестовый замес.

RC-19:

- показывает хорошую работу при низких температурах и высокой влажности;

- подходит для отливки крупных деталей;

- срок желатинизации – 25-30 минут;

- расход отвердителя – 500 гр. на 1 кг смолы;

- удобен при обустройстве наливных полов.

Epilox H 10-40:

- реактивный отвердитель (может использоваться в качестве ускорителя для аминных отвердителей);

- модифицированный цикло-алифатический полиамин со средней вязкостью;

- работает при низкой температуре (менее +5°C), что позволяет использовать его для создания объемных заливок и толстослойных покрытий;

- рекомендованная доза – 50 частей отвердителя на 100 частей смолы.

### **Отвердители для полиэфирной смолы**

- перекись метилэтилкетона – Butanox M-50/M-60 (средняя реактивность), Butanox HVO-50 (высокая реактивность), Butanox LA (низкая реактивность), Butanox LPT (очень медленная реакция);

- перекись дибензоила (БПО) – Perkadox CH-50X/CH-50L; Perkadox 40E (жидкий), Perkadox BT-50 (пастообразный);

- смеси перекисей – Trigopox 61/63 (быстрое отверждение), Trigopox 51/82 (обладают низким экзотермическим пиком).



В состав полиэфиров ускорители могут вводиться на стадии изготовления или перед добавлением инициатора. С перекисями кетонов используется октоат кобальта или нафтенат кобальта. Третичные амины применяют в сочетании с перекисями бензоила.

Перечень ускорителей:

- кобальтовые ускорители – NL-49P, NL-51P;
- аминные ускорители – NL-63-10P;
- смеси ускорителей – NL-23.

### **Отвердители для акриловой смолы**

«Диур» представляет собой раствор диуретанов в этилацетате, содержащий модифицирующие добавки. Отвердители эмалей «Диур», «Диур-экстра» и «Диур-акриловый универсальный» используются для получения качественного лакокрасочного покрытия без использования сушильной камеры.

Наиболее распространенные марки отвердителей:

«Отвердитель № 1» (ВТУ КУ 470 ВС) - 50%-ный раствор гексаметилендиамин в этиловом спирте Вводится из расчета 0,25 моль гексаметилендиамин на одну эпоксидную группу.

АЭ-4 (ТУ ЯН-121-59) - аддукт гексаметилендиамин с эпоксидной смолой Э-40.

**Полиэтиленполиамины** (ТУ П 10-57), обладающие меньшей токсичностью по сравнению с гексаметилендиамином.

"Отвердитель № 2" - 30%-ный раствор полиамидной смолы ПО-200 (ВТУ ОП 204-65); **отвердитель № 3** - 50%-ный раствор смолы ПО-200 (ВТУ ГИПИ-ЛКП 5122-64); **отвердитель № 4** - 30%-ный раствор смолы ПО-201 (ВТУ ГИПИ-ЛКП № 5129-65); **отвердитель № 5** - 50%-ный раствор смолы ПО-300 (ВТУ НЧ 5152-67). Преимуществами отвердителей этого типа по сравнению с аминами является возможность более широкого варьирования соотношений компонентов, меньшая склонность к кратерообразованию и значительно большая жизнеспособность композиций.

Из зарубежных:

**3030, 3040** (быстрый), **3050** (сверхбыстрый) Permagon MS на основе полиизоцианатов для двухкомпонентных материалов, относящихся к 2К-акриловой системе. Возможность выбора из трех видов

отвердителей с различной скоростью полимеризации материалов позволяет использовать 2К-акриловую систему ремонта лакокрасочного покрытия фирмы «Spies Hecker» в любых производственных условиях.

**3030** пригоден для любого полного и местного восстановления лакокрасочного покрытия при нормальной и высокой температурах; отвердитель **3040** (быстрый) - для любого полного и местного восстановления лакокрасочного покрытия при нормальной температуре; отвердитель **3050** (сверхбыстрый) - для местного восстановления лакокрасочного покрытия при низкой температуре и недостаточном обмене воздуха в окрасочной камере.

**3368** (Permacron MS) на основе полиизоцианатов для двухкомпонентных материалов, относящихся к 2К-акриловой системе. Он обеспечивает качественное и экономичное применение следующих материалов: Permacron краски серии 257, Permacron MS прозрачных лаков и всех Permacron 2К-акриловых наполнителей.

Отвердитель может быть совместно использован со следующими компонентами Permacron: краской серии 257; прозрачным лаком плюс T30; 8025, 8010, 8100 MS; прозрачным лаком 8000 Vario; прозрачным лаком 8070 Elastic; структурным лаком 8304; люминисцентной краской 8568; 2К-акриловые наполнители.

**3100** для наполнителей (Permacron) - на основе полиизоцианатов для двухкомпонентных грунтов и наполнителей, относящихся к 2К-акриловой системе. Отвердитель обеспечивает качественную и быструю полимеризацию грунтов и наполнителей даже на воздухе при невысоких температурах и в окрасочных камерах с невысокой производительностью и недостаточным воздухообменом.

**8580** (Permacron MS) - специальный состав с ускорителем высыхания для всех двухкомпонентных материалов на основе акриловых смол. Препарат сокращает время сушки краски серии 257 Permacron, а также двухкомпонентных акриловых прозрачных лаков и наполнителей Permacron.

Средство для удаления силикона **8510** (Permacron) может добавляться в Permacron или Permacron краски, чтобы избежать образование кратеров на плохо очищенных покровных поверхностях в результате воздействия силикона.

При использовании данного препарата следует знать, что: нельзя допускать попадание тумана от распыления смешанной со средством для удаления силикона покровной краски на другие поверхности, которые впоследствии будут окрашиваться; рабочие инструменты после употребления следует немедленно тщательно промыть, а пустые банки немедленно уничтожить, так как препарат вреден для здоровья человека; гарантированный срок хранения средства составляет 6 мес.

Суперотвердитель **3120** (Permacron) применяется вместе с высококачественными Permacron MS прозрачными лаками для восстановления лакокрасочных покрытий высокого качества отделки. Это покрытие получается путем двухслойной окраски на предприятии-изготовителе с последующей обработкой специальным прозрачным лаком (NCLC), который особенно тверд и устойчив к воздействиям атмосферы и менее восприимчив к царапинам.

Смесь отвердителя **3120** Permacron Super и прозрачного лака Permacron MS плюс T30 пригодна для нанесения на поверхности, покрытые Permacron краской серий 293/295 или Permahud краской серий 280/285.

### **Средства для удаления лакокрасочных материалов**

Смывки используют для снятия лакокрасочного покрытия. Они представляют собой смеси различных растворителей, при воздействии которых покрытие разбухает, вспучивается и отстает от металла. Иногда смывки могут быть заменены обычными растворителями.

Наибольшее распространение получили смывки на основе органических растворителей. Выпускаются смывки марок: **СД, АФТ-1, СП-6, СП-7, СПС-1, СПС-2, СНБ-9, «Смывка старой краски», «Автосмывка старой краски»** и др.

Смывка **СД** (обыкновенная) представляет собой смесь органических растворителей с добавкой парафина и нафталина. При температуре +20 °С она состоит из двух слоев. Перед применением смывку подогревают на пару до температуры +35...40 °С для образования однородной смеси, а затем наносят кистью на покрытие. После охлаждения смывка набухает и превращается в кашицу. Для разрушения нитроэмалевого покрытия необходимо 10...20 мин, для других эмалей - 2...3 ч.

Смывка **ЛФТ-1** состоит из нитроцеллюлозы, этил- или бензолцеллюлозы и парафина в смеси ацетона, формальгликоля и толуола (ксилола). При температуре +20 °С она имеет вязкость в пределах 5...30 с. Смывку используют для снятия покрытий из нитроцеллюлозных и масляных эмалей. Порядок пользования такой же, как смывкой СД. Разрушающее действие проявляется не более чем через 3 мин после нанесения смывки, а расход не более 170 г/м<sup>2</sup> поверхности кузова.

Смывка **СП-6** представляет собой смесь активных органических растворителей, загустителей с противокислотным ингибитором и предназначена для удаления меламиноалкидных, пентафталевых и эпоксидных покрытий, а также для разрушения нитроэмалевого покрытия. Смывку на покрытие наносят кистью или распылением. Можно наложить ветошь, смоченную смывкой. Нитроэмалевое покрытие разрушается через 3...4 мин, а все покрытия из других эмалей разрушаются не более чем за 40 мин.

Смывки **СПС-1** и **СПС-2** состоят из пасты тикстрола и хлорпарафина, эмульгаторов (жидкое стекло и ОЛ-7) и активных растворителей. Эти смывки размягчают эпоксидные, полиуретановые и алкидные покрытия. Смывки наносят на окрашенную поверхность кузова кистью или методом безвоздушного распыления. Перед применением смывки ее тщательно перемешивают.

Для снятия нитроцеллюлозных покрытий используют ацетон, либо растворители № 646 или № 647.

Материалы для противокоррозионной защиты, к которым относят различные составы, мастики и пасты для нанесения на днище, крылья и другие нижние части, а также во внутренние поверхности и полости кузова легкового автомобиля.

К противокоррозионным составам для покрытия низа кузова предъявляются следующие требования: высокая стойкость к воздействию влаги, минеральных масел и солей, сернистого газа; высокая адгезия, стойкость к вибрации и абразивному износу, ударным нагрузкам; стойкость к воздействию высоких (до 140 °С) и низких (до -40 °С) температур; непродолжительное время высыхания.

## 5.4 Клеи

Клеем называется вещество или комплекс органических и неорганических веществ, соединяющих разнородные материалы на основе особых, адгезионных, связей.

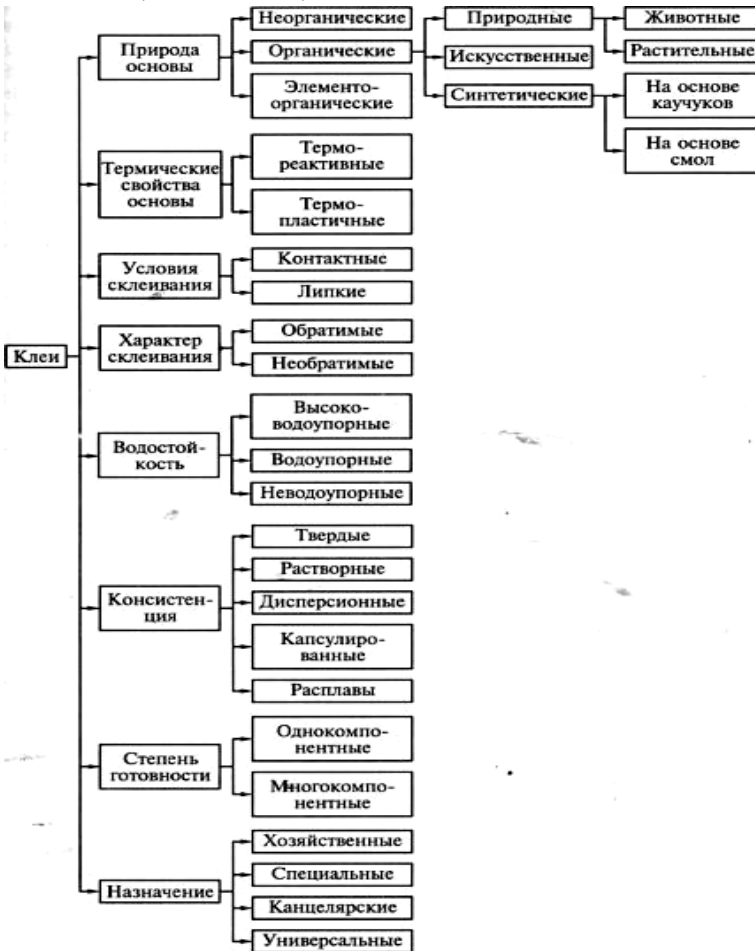


Рисунок 12 - Классификация клеев

Адгезионное взаимодействие представляет собой сцепление различных предметов за счет межмолекулярного взаимодействия их

поверхностных слоев. Среди материалов, которые могут быть соединены клеем – кожа, дерево, бумага, стекло, ткань, керамика, пластмасса, резина и металл.

По природе основы клеи подразделяют на неорганические, органические и элементоорганические. Классификация клеев приведена на рис.

В настоящее время в автомобилестроении применяется большое число клеев как для склеивания металлов, так и для приклеивания различных облицовочных материалов к элементам кузова. Клеи для металлов применяют главным образом для склеивания неотделанных еще деталей кузова при соединении наружных облицовочных листов с усилительными элементами, например при приклеивании дуг капота двигателя и крышки багажника, склеивании подкосов жесткости в области дверей, крыши, боковых частей и др. Клеи для металлов применяют также при склеивании стыкового шва с отбортовкой кромок.

**Клеи неорганические**, композиции на основе неорганических веществ, применяемые для соединения (склеивания) различных материалов. Клеи неорганические - наиболее термостойкие из всех известных клеящих веществ; включают силикатные, фосфатные, керамические и металлические клеи.

Силикатные клеи (жидкие стёкла) получают на основе водных растворов силикатов натрия или (реже) калия и наполнителей (глины и др.). В готовом виде представляют собой пастообразные продукты. Клеевые соединения выдерживают нагревание до 1400 °С. Недостатками силикатных клеев являются гигроскопичность и ухудшение диэлектрических свойств при высоких температурах. Силикатные клеи используют для склеивания целлюлозных материалов, стекла, керамики, приклеивания изоляции из неорганических волокон к металлам.

Фосфатные клеи получают на основе фосфорной кислоты или металлофосфатных связующих (алюмофосфатов, алюмохромфосфатов, хромфосфатов, магнийфосфатов, никельфосфатов) и наполнителей (оксидов, фосфатов, нитридов, силицидов, карбидов и гидроксидов металлов). Клеи неорганические на основе фосфорной кислоты иногда называют цементами. Наиболее широко применяют фосфатные клеи на основе алюмофосфатных и алюмохромфосфатных связующих; в

готовом виде такие клеи представляют собой пасты зелёного цвета. Фосфатные клеи отверждаются при комнатной температуре, образуют неводостойкие клеевые соединения. Водостойкие клеевые соединения получают в результате термообработки при 100 °С. Клеевые соединения выдерживают нагревание до 1900 °С, имеют хорошие стабильные диэлектрические свойства. Фосфатные клеи используются для приклеивания тензорезисторов, различных высокотемпературных датчиков, теплоизоляционных материалов к металлам.

Керамические клеи (клеи-фритты) представляют собой водные суспензии композиций, содержащих оксиды высокоплавких и щелочных металлов, натриевую селитру, борную кислоту, стёкла и другие компоненты. В некоторые составы для повышения термостойкости добавляют порошки металлов. Склеивание проводят при температурах 540-1090 °С. Клеевые соединения выдерживают нагревание до 3000 °С. Керамические клеи применяют для склеивания стекла, керамики, металлов.

Металлические клеи представляют собой смеси жидкого металла (в основном галлия) с порошком более тугоплавкого металла (меди, вольфрама, титана, магния, ванадия, железа и др.). Такие клеи называют галлиевыми клеями или пастами. Размер частиц порошка металла должен быть около 50 мкм, толщина оксидной плёнки на их поверхности - минимальной. Отверждение металлических клеёв происходит в результате взаимной диффузии компонентов и образования интерметаллидов и сплавов, температура плавления которых гораздо выше температуры плавления жидкого компонента. Галлиевые клеи могут отверждаться при комнатной температуре; поскольку скорость диффузии резко возрастает с повышением температуры, для ускорения процесса отверждения клеи обычно подвергают термообработке. Клеевые соединения тепло и электропроводны, имеют высокие прочность, жёсткость, выдерживают нагревание до 800 °С.

**ЭПКТ (ЭПК)** - эпоксидно-полиамидный, для склеивания металлов, стеклопластика, асбосилита, между собой и в различных сочетаниях.

**К-153** - эпоксидно-тиоколовый, для склеивания металлов, стеклопластика, асбосилита, резины, полиэтилена между собой и в различных сочетаниях.

**КВС-21, КВС-22, КВС-32** - эпоксидный, для склеивания металлов, стеклопластика, стеклолита, асбосилита, резины, полиэтилена между собой и в различных сочетаниях.

**Анатерм-102Т, Анатерм-103**- акрилатный. Металлы (сталь, сплав АМг, сплав З, медь, латунь), керамика, стекло, винипласт, стеклопластики (полиэфирный и эпоксидный) между собой и в различных сочетаниях. Стопорение и герметизация неразборных резьбовых соединений

**К-17** - карбамидо-формальдегидный. Древесные материалы (дельта-древисина, клеенная фанера, столярная плита, заготовки хвойных и лиственных пород), слоистый пластик между собой и в различных сочетаниях.

**ВИАМ-Б-3** - фенолоформальдегидный. Поливинилхлоридные и полистирольные пенопласты между собой, с древесиной и со слоистым пластиком в трёхслойных конструкциях мебели. Текстолит между собой.

**БФ-4, БФ-2** - фенолополивинилацетальный. Металлы (сталь, сплав АМг, медь), текстолит, стеклотекстолит, органическое стекло, кожа, керамика, стекло, древесные материалы между собой и в различных сочетаниях.

**БФ-6** - фенолополивинилацетальный. Ткани (бязь и т.п.) между собой и с металлами.

**КС-609** - бутилметакрилатный. Изготовление клеесварных соединений из стали и сплава АМг, выполняемых контактно-точечной сваркой. Органическое стекло между собой и с металлами.

**ЭА** - эпоксидный. Слоистый пластик с асбосилитом. Оклейка стеклотканью.

**ВАК-А** - полиэфиракрилатный. Металлы (сталь, сплав АМг), стеклопластики (полиэфирный и эпоксидный), между собой и в различных сочетаниях, в том числе для склеивания и ремонта в условиях повышенной влажности и под водой.

**МП** - поливинилхлоридный. Изделия из пластмассы ЛКФ-2.



**Циакрин-ЭО-П** - цианакрилатный. Детали насыщения с металлами (сталь, сплав АМг, сплав З). Крепление тензодатчиков.

**Бакелитовый** - феноловормальдегидный. Гетинакс, текстолит, стеклоткань, электроизоляционный картон между собой и в различных сочетаниях.

**ПВА-П, ПВА-Э** - поливинилацетатный. Винилискожа на основе хлопчатобумажной ткани с грунтованными и негрунтованными металлами (сталь, сплав АМг) и фанерой, а также с грунтованной и негрунтованной обработанной антиперенами фанерой, стеклопластиком, железобетоном, асбосилитом.

**ЭРП** - поливинилацетатный. Герметизация швов зашивки изоляции рефрижераторных помещений из оцинкованной стали и грунтованных алюминиевых сплавов (взамен опайки).

**ПЭД-Б** - эпоксидно-перхлорвиниловый. Поливинилхлоридные винипласт и пластикат между собой и с металлами, древесиной, железобетоном.

**ФЭП** - эпоксидно-фенолоформальдегидно-перхлорвиниловый. Поливинилхлоридные изделия (профиль и т.п.) с грунтованными и негрунтованными металлами (сталь, сплав АМг) и стеклопластиком, слоистым пластиком, винипластом, линолеумом, винилискожей.

**88-НП, 88-Н, 88-НС** - полихлоропреновый. Винилискожа на основе хлопчатобумажной ткани и стеклоткани с грунтованными и негрунтованными металлами (сталь, сплав АМг) и стеклопластиком, асбосилитом. Резины на основе СКН, СКБ, СКС, СКМС, наирита и других каучуков между собой, с металлами.

**51-К-1** - полихлоропреновый. Резины на основе каучуков общего назначения (с содержанием пластификатора типа дибутилфталата не более 10% рт массы каучука) между собой.

**88-С** - полихлоропреновый. Резины с металлами (сталь, сплав АМг, сплав З) и стеклопластиковыми.

**3-100** - полихлоропреновый. Резины из бутадиеннитрильного каучука между собой. **3-300** - резины из бутадиеннитрильного каучука с металлами.

**Лейконат** - изоцианатный. Невулканизированные резины (на основе каучуков типа СКН, СКБ, СКС, СКМС), с металлами.

**Полинит, КН-3** - каучуковый. Поливинилхлоридный линолеум между собой и с палубами из стали, сплава АМг, железобетона, стеклопластика, а также с изоляционным материалом.

#### **IV ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

##### **6.1 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1**

##### **Материалы, применяемые в автомобилестроении и ремонтном производстве. Металлы и сплавы**

Автомобильные детали изготавливаются из конструкционных сталей, чугунов и цветных сплавов, получаемых на различной основе. Выбор технологии восстановления деталей определяется физико-механическими свойствами и эксплуатационными характеристиками тех материалов, из которых они изготовлены.

Конструкционные стали широко применяющиеся в автомобилестроении и ремонтном производстве обеспечивают необходимую прочность деталей, а в результате химико-термической обработки достигается высокая твердость и износостойкость рабочих поверхностей. За счет подбора легирующих элементов обеспечивается высокая коррозионная стойкость, жаропрочность и другие специальные свойства деталей.

Кроме конструкционных сталей в автомобилестроении широко применяют литые детали, изготовленные из чугуна. Часто чугуное литье является единственно возможным и дешевым способом получения заготовок (блоков двигателей, головок блока, картеров коробок передач и др. деталей).

Так же широкое применение при изготовлении и ремонте автомобилей нашли цветные сплавы на алюминиевой, магниевой, цинковой и медной основе, различные антифрикционные сплавы и припои. Для повышения прочности и улучшения механической обрабатываемости отливки из цветных сплавов подвергают термической обработке, чаще всего искусственному старению или закалке с последующим искусственным старением.

Конструкционные стали общего назначения содержат до 0,8% углерода и выпускаются обыкновенного качества и качественные.

Стали обыкновенного качества изготавливают следующих марок: Ст 0, Ст 1, Ст 2, Ст 3, Ст 4, Ст 5, Ст 6. Буквы Ст в марке стали обозначают «Сталь», цифры - условный номер марки (с увеличением номера возрастает в стали содержание углерода). Стали обыкновенного каче-

ства бывают: кипящие (кп), полуспокойные (пс), спокойные (сп). Для обозначения повышенного содержания марганца (0,8 ... 1,1%) после номера ставят букву Г, например: Ст5Гпс.

Качественные конструкционные стали отличаются от сталей обыкновенного качества более точным химическим составом с пониженным содержанием вредных примесей (серы <0,04%, фосфора <0,035%) и неметаллических включений. Эти стали маркируются цифрами, которые указывают среднее содержание углерода в сотых долях процента: 08, 08кп, 10, 10кп, 15, 20, ..., 85. По способу раскисления эти стали делятся на кипящие (кп), полуспокойные (пс), спокойные (сп). Например, марки кипящей стали: 05кп, 08кп, 10кп, 15кп, 20кп; полуспокойной стали: 08пс, 10пс, 15пс, 20пс и спокойной стали не имеют соответствующего индекса. Качественные углеродистые стали, как правило, подвергаются термической или химико-термической обработке.

Чугуны, разнообразные по химическому составу и структуре, имеющие различные механические свойства широко используют при изготовлении автомобильных деталей.

Чугуны с пластинчатым графитом обозначаются буквами СЧ (серые чугуны), с шаровидным графитом ВЧ (высокопрочные чугуны) и КЧ (ковкие чугуны). Цифры после обозначения марки у чугунов с пластичным графитом и чугунов с шаровидным графитом указывают среднее значение временного сопротивления при растяжении ( $\sigma_v$ , кгс/мм<sup>2</sup>). У ковких чугунов первые две цифры указывают временное сопротивление при растяжении  $\sigma_v$  (в мегапаскалях), вторые - относительное удлинение  $\delta$  (в процентах).

Алюминиевые сплавы, используемые при изготовлении автомобильных деталей бывают литейные и деформируемые.

Из деформируемых алюминиевых сплавов получают листы, профильный материал и т.п.

## **6.2 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2**

**Материалы, применяемые предназначены для создания защитных и декоративных покрытий на металлических, деревянных, бетонных и других поверхностях.**

### **2.1 Разбавители и растворители.**

**Разбавители и растворители.** Свойства лакокрасочных материалов зависит от летучих органических растворителей, входящих в их состав. Растворители должны полностью растворять все компоненты

пленкообразующего, быть химически стабильными, способствовать получению лакокрасочного материала низкой вязкости, не содержать воды, кислот. Щелочей и других примесей, ухудшающих свойства лакокрасочного материала или получаемого на его основе покрытия.

Растворители должны обладать такой скоростью испарения, которая обеспечивает образование гладкой и ровной пленки. При быстром испарении растворители лака густеет, процесс нанесения лакокрасочных материалов на изделие затрудняется, окрашиваемая поверхность охлаждается, атмосферная влага оседает на ней в виде росы, что вызывает побеление пленки. Медленное испарение растворителя замедляет процесс высыхания.

Разбавители вводят в лакокрасочные материалы в определенном количестве - избыток вызывает выпадение из раствора целлюлозы или смолы. Разбавители и растворители должны хорошо смешиваться друг с другом, причем первые – испаряться раньше вторых.

**Отвердители** – химические соединения, вводимые в состав некоторых лакокрасочных материалов (эпоксидных, уретановых и других) для их отверждения, представляют собой растворы полиамидных смол в органических растворителях.

**Смывки.** Для удаления химическим способом старых лакокрасочных покрытий или покрытий с плохой адгезией применяют смывки.

**Мастики** - высоковязкие пастообразные составы, представляющие смесь нефтяных битумов или каменно - угольных пеков с тонкоизмельченными минеральными или органическими наполнителями.

Противокоррозионные мастики применяют для защиты поверхностей, возобновление покрытий которых связано с трудоемкой разборкой изделия, например, днище кузова, панели, крыши, двери от машины и других деталей, подвергающихся сильному воздействию воды, снега, льда. Мастика заполняют промежутки в сочленениях для уменьшения шума.

**Герметики.** В автомобиле- и тракторостроении герметики используют:

- для уплотнения ветровых оконных стекол и бензобаков;
  - для защиты от коррозии днища, крыльев и других частей кузова;
  - для избежания механических повреждений.
- Применяются герметики следующих видов:
- невысыхающие;

- вулканизирующие (тиоколовые, силоксановые - на основе жидких углеводородных каучуков);

- высыхающие.

Невысыхающие герметики не вулканизируются, поэтому в процессе эксплуатации находятся в одном и том же пастообразном состоянии и обладают пластическими или пластоэластичными свойствами. Такие герметики выпускают однокомпонентными, они экономичны, удобны в применении, долговечны в эксплуатации. Недостатком невысыхающих герметиков является их ползучесть при комнатной температуре, кроме того, они не выдерживают воздействия топлива и растворителей.

Вулканизирующиеся тиоколовые герметики отличаются высокой стойкостью к тепловому и атмосферному воздействию, они также топливо – бензо - и маслостойки. Их недостаток - малое сопротивление износу, высокая остаточная деформация при сжатии и ее быстрое накопление под воздействием постоянной нагрузки.

Герметики на основе силоксанового каучука характеризуются высокой эластичностью, гибкостью в широком диапазоне температур, отличной погодостойкостью, стабильностью свойств при длительной эксплуатации в условиях резкого перепада температур гидрофобностью и газонепроницаемостью. Недостаток силоксановых герметиков – их низкое сопротивление.

## 2.2 Ингибиторы коррозии

**Ингибиторы коррозии** - эффективное средство противокоррозионной защиты техники в различных условиях её изготовления.

В зависимости от условий эксплуатации металлических изделий эти средства подразделяются на ингибиторы атмосферной коррозии, водно-солевых систем, кислотной коррозии, сероводородной коррозии.

Сущность защиты металлов ингибиторами атмосферной коррозии заключается в химическом и физическом взаимодействии ингибиторов с влагой, кислородом, и другими коррозионно - активными агентами, в результате которого образуются нейтральным в коррозионном отношении вещества, либо происходит пассивация металлических поверхностей или гидрофобизация. Либо то и другое вместе.

Ингибиторы атмосферной коррозии подразделяются на летучие и нелетучие; последние делятся на контактные и ползучие.

Летучие ингибиторы защищают изделие в его объеме и требуют обязательного применения герметизирующей упаковки, предотвращающей их улетучивание. В качестве упаковки применяют различные барьерные материалы, обладающие малой влаго и газопроницаемо-

стью. Летучие ингибиторы применяют в виде порошка, противокоррозионной бумаги, растворов ингибитора в воде или спирте, линолей, летированном виде или в виде аэрозоля.

**Контактные ингибиторы** - это химические соединения, обеспечивающие защиту от коррозии только при нанесении их на металлическую поверхность. В этом случае не требуется герметизация защищаемых изделий, а применяется только оберточная или парафинированная бумага для предотвращения механического удаления ингибитора.

Недостаток контактных ингибиторов – их малая летучесть, а значит, неспособность проникать в щели и зазоры и действовать на расстоянии подобно летучим ингибиторам.

Ползучие ингибиторы также из-за малой летучести и ограниченности радиуса действия обеспечивают защиту металла от коррозии при непосредственном контакте с ним.

По принципу защитной способности ингибиторы подразделяются на ингибиторы для защиты черных металлов; для преимущественной защиты цветных металлов и универсальные, защищающие как черные, так и цветные металлы.

Ингибиторы коррозии также делят на водорастворимые, водомаслорастворимые и маслорастворимые.

**Водорастворимые ингибиторы** используют, прежде всего, для ингибирования смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), пластичных смазок, тонкопленочных покрытий, охлаждающих тормозных и гидравлических жидкостей.

**Водомаслорастворимые ингибиторы** коррозии применяют в основном для систем нефть – вода или нефтепродукт – вода. Некоторые из ингибиторов этой группы используют в композициях с другими присадками в смазочных материалах.

**Маслорастворимые ингибиторы** применяют в качестве присадок к топливам, маслам, смазкам, продуктам для получения ингибированных тонкопленочных покрытий, о качестве защитных составов для внутренней консервации и т. д. Способность маслорастворимых ингибиторов коррозии вытеснять воду с поверхности металла используют при составлении грунтов и лакокрасочных покрытий для нанесения на влажные стальные поверхности.

Модифицирование лакокрасочных материалов и грунтовочных составов малыми добавками ингибиторов повышает их долговечность, улучшает качество покрытий, ингибирует развитие коррозионных процессов, уменьшает водопоглощение систем. В частности, положи-

тельные результаты получены при включении ингибиторов типа М-1 в грунтовочные составы на основе глифталевых эмалей ГФ-0119, ГФ-0163, эмалей ХС-500, ХП-2 и др.

Спиртовые или спиртоводные растворы ингибиторов, порошковые ингибиторы и воздух, насыщенный парами ингибитора, применяют для консервации изделий, имеющих полости, которые могут быть загерметизированы.

Растворы наносят любыми методами (окунанием, пульверизацией и т.д.), обеспечивающими смачивание обрабатываемой поверхности. Окунание применяют при консервации мелких деталей и узлов. После обезжиривания детали погружают на сетке или без нее в ванну с раствором ингибитора и выдерживают в нем несколько секунд, затем вынимают из ванны и держат над ней до тех пор, пока не стечет излишек консервирующего раствора.

После обработки изделие сушат на воздухе до появления кристаллов ингибитора на законсервированной поверхности, отверстия закрывают заглушками и заклеивают полимерными пленками.

Если консервируют частично окрашенные изделия, а также узлы с неметаллическими деталями, разрушающимися под действием ингибитора, то ингибитор наносят только на открытые поверхности металла с помощью волосяной кисти.

Для улучшения смачивающей способности растворов в них иногда добавляют поверхностно-активные вещества. Примером может служить раствор, содержащий по массе 10% нитрита натрия, 25 - триэаноламина, 0,5% эмульгатора. Порошок ингибитора распыляют различными приспособлениями под давлением воздуха 0,1 МПа. Полости, обработанные порошковыми ингибиторами или горячим ингибированным воздухом, герметизируют сразу же после окончания консервации. Для герметизации применяют различные виды заглушек: из ветоши, деревянные, полиэтиленовые и металлические. Наиболее эффективны полиэтиленовые - они достаточно дешевы и обеспечивают необходимую герметизацию.

Все более широкое применение находят **ингибиторы на носителях**. Среди них особое место занимают так называемые противокоррозионные бумаги (ГОСТ 16295- 82). Ингибиторы вводят в бумагу в основном путем пропитки ее спиртовыми, водными и водно-спиртовыми растворами ингибиторов с последующим удалением из бумаги растворителя, а также посредством нанесения слоя ингибитора на одну или обе стороны бумаги с помощью связующего. Противокоррозионные бумаги предназначены для защиты от атмосферной кор-

розии узлов и деталей машин (гильз цилиндров, поршней, поршневых пальцев, сальников, уплотнительных колец и др.) при хранении в складских условиях и под навесом. Применение противокоррозионных бумаг значительно упрощает процесс консервации по сравнению с ингибиторами, наносимыми в виде порошка или раствора, и еще более эффективно по сравнению с временной противокоррозионной защитой маслами и смазками.

При консервации техники для хранения на открытых площадках рекомендуется использовать противокоррозионную бумагу с влагостойким пленочным полиэтиленовым покрытием или применять влагостойкую барьерную упаковку (полиэтиленовые чехлы).

Промышленность выпускает противокоррозионные бумаги нескольких марок в зависимости от вида, содержания ингибитора и массы бумаги - основы. Противокоррозионные бумаги изготавливают и на специализированных предприятиях, используя для пропитки их дешевые пропиточные материалы (деготь, битум, парафины), отходы производства (минеральные и другие масла, полимеры) и маслорастворимые ингибиторы коррозии (М-1 и МСДА).

**Противокоррозионные бумаги** - перспективное средство временной противокоррозионной защиты техники, и по мере увеличения их производства будут находить все более широкое применение. Этому также способствует изыскание и освоение производства новых, более эффективных ингибиторов атмосферной коррозии.

Существует ряд приемов использования противокоррозионных бумаг в целях консервации: изделия завертывают в бумагу по одному или по несколько штук; при консервации изделий сложных или больших размеров в противокоррозионную бумагу завертывают их отдельные части; мелкие изделия (отдельные детали, запасные части, инструмент и т.п.) укладывают в ящики, выложенные внутри барьерным материалом и ингибиторной бумагой; противокоррозионную бумагу можно помещать в виде жгутов в отдельные полости и объемы, которые при этом герметизируют.

После применения ингибитора, как правило, изделия подлежат упаковке, которая предотвращает механический унос контактного ингибитора или улетучивание летучего ингибитора. Упаковка может быть различной. Так, для защиты изделий автотракторного электрооборудования, а также различных деталей, узлов, агрегатов, снятых на длительное хранение с различных машин, ГОСТ 9014-78 рекомендует несколько вариантов их упаковки в барьерные материалы.



Варианты выбирают в зависимости от вида, конструктивных особенностей, требуемой длительности защиты, степени коррозионной агрессивности, условий хранения, транспортирования защищаемого изделия, типа применяемых средств консервации и т.п. Условия хранения и транспортирования разделяют на четыре категории: Л - легкие, С - средние, Ж - жесткие, ОЖ - очень жесткие.

При хранении изделий в легких и средних условиях вместо упаковки в пленочные чехлы применяют групповую упаковку законсервированных изделий в тару, выложенную поверх битумированной бумаги полиэтиленовой пленкой. Стыки пленки проклеивают липкой полиэтиленовой лентой.

Использование разнообразных ингибиторов коррозии позволяет осуществлять комплексную противокоррозионную защиту при сезонном хранении сельскохозяйственной техники и в некоторых случаях – в условиях ее эксплуатации.

### **2.3 Консервационные смазки**

Консервационные смазки ценны тем, что их можно наносить на любые поверхности без предварительной подготовки последних (очистки, грунтовки и т. д.), обладают хорошей смачиваемостью и сцеплением с разными подложками, гидрофобии и водостойки, дешевы и недефицитны.

По своему агрегатному состоянию консервационные смазки подразделяют на пластичные (консистентные) и жидкие (ингибированные масла). Такая классификация условна, поскольку существует много различных консервационных смесей на основе нефтепродуктов, которые нельзя строго отнести к тому или другому виду консервационных смазок. Среди пластичных смазок различают углеводородные (ингибированные и неингибированные), мыльные, канатные и защитные смеси. Наиболее распространенными являются смазки углеводородные (пушечная, вазелин технический, ПП-95/5, ВНИИСТ-2, ВТВ-1, ГОИ-54п и др.) и мыльные (ЗЗК-ЗУ: АМС-1, АМС-3, ЗЭС и др.).

По сравнению с углеводородными мыльные смазки отличаются высокой морозоустойчивостью и более широким температурным диапазоном применения. Есть у них и недостатки: по сравнению с углеводородными смазками - низкая коллоидная и химическая стабильность, в особенности, если мыльные смазки не содержат в своем составе ингибиторов, а также высокая стоимость. При нагревании такие смазки расслаиваются и становятся непригодными для защиты металлов от коррозии.

Канатные смазки используют для защиты от коррозии и снижения трения между отдельными жилами и прядями стальных канатов и тросов. Такими смазками являются канатная 39у, канатная БОЗ-1, торсиол-35 А и Б, торсиол-55, и др. При отсутствии канатных используют обычные антифрикционные и защитные смазки, в состав которых добавляют 5...10 % графита. Пластичные консервационные смазки применяют главным образом для предотвращения атмосферной коррозии машин и деталей при их хранении в закрытых складах, под навесами и на открытых площадках.

Защитные свойства консервационных смазок определяются их водостойкостью, коллоидной стабильностью, сопротивлением к окислению и низкой испаряемостью. Этими смазками защищают от коррозии изделия любой формы и размеров, изготовленные из различных металлов. В зависимости от условий и вида используемой смазки продолжительность хранения металлических изделий составляет от 2 до 10 лет.

При использовании консервационных смазок следует учитывать их недостатки: сложность нанесения на защищаемую поверхность; малую стойкость при оптимальной толщине; трудоемкую расконсервацию машин; большой расход материала; наличие специального оборудования для нагрева; необходимость частой переконсервации изделий при их длительном хранении в жестких и особо жестких условиях.

Консервационные ингибированные масла по своим физико-химическим свойствам, внешнему виду, механизму защитного действия принципиально отличаются от консервационных консистентных смазок. Вязкость консервационных масел примерно соответствует вязкости минеральных, авиационных, промышленных и других масел. Ввод маслорастворимых присадок, адгезионных и гидрофобных добавок усиливает защитное действие масел. В состав консервационных масел вводят также амины и амиды, ланолин, нафтенат цинка, стеарат алюминия, нефтяные сульфонаты. Они придают маслу способность вытеснять влагу либо в виде микроскопических водяных капель, либо в виде адсорбированной паровой пленки на металлической поверхности и образовывать масляное покрытие, предохраняющее металлическую поверхность от коррозии.

Преимущества ингибированных масел, перед консистентными смазками следующие: возможность применения первых в любое время года без предварительного разогрева; возможность полной механизации нанесения и внутренней консервации узлов без разборки, кроме того, их расход в 5...10 раз меньше.

Недостаток консервационных масел - их слабая защитная способность, как в отношении металла, так и в отношении лакокрасочных покрытий при воздействии дождя и солнечной радиации. В этих условиях масла смывает вода, металл корродирует, а лакокрасочные покрытия изменяют цвет, размягчаются и разрушаются.

Существуют жидкие и консистентные смазки многоцелевого назначения. Они сочетают в себе рабочие свойства и в определенной степени – консервационные.

Рабочее-консервационные масла получают при добавлении к рабочему маслу ингибиторной присадки с такими свойствами и в таком количестве, которые не влияют на эксплуатационные свойства масла.

Консервационно-рабочие масла, полученные в результате добавления присадки типа АКОР-1 к моторным или трансмиссионным маслам, надежно защищают детали от коррозии, как при внутренней, так и наружной консервации. Наряду с этим такие масла используют как рабочие в узлах и агрегатах тракторов, комбайнов и сельскохозяйственных машин.

Важным преимуществом консервационно-рабочих масел перед другими смазочными консервационными материалами является то, что двигатели и другие механизмы после хранения вводятся в эксплуатацию без расконсервации – до первой смены масла. Применение маслорастворимых присадок сокращает номенклатуру консервационных масел. Уменьшает их расход и объем работ при постановке машин на консервацию и при расконсервации.

Одним из наиболее перспективных маслорастворимых ингибиторов коррозии является комбинированный ингибитор коррозии НГ-110Н к маслам для наружной консервации металлоизделий.

Консервационную смазку (пушечную, ГОИ-54п и др.) на подготовленную и очищенную поверхность наносят несколькими способами. Самый простой из них - нанесение холодной (не ниже 15°C) или слегка подогретой (не выше 40°C) смазки кистью или шпателем. Однако этот способ имеет существенные недостатки: малую производительность и невысокое качество нанесения смазки на поверхность.

Консервационные смазки в расплавленном состоянии целесообразно наносить окунанием или распылением. Для этого перед использованием, а также после перерыва в работе их прогревают до 110...120°C для удаления влаги. Пену, появившуюся на поверхности смазочного материала при его нагревании, удаляют (ковшом). Погружать детали в смазку при наличии пены запрещается, так как пена ука-

зывает на присутствие воды в смазке. При консервации температура расплава смазки поддерживается в пределах 80...100 °С, а при нанесении пульверизатором - 60...80 °С.

Консервация смазкой, в расплавленном виде дает возможность нанесения ее ровным слоем одинаковой толщины без разрывов. Толщина слоя на изделиях после окунания их в расплавленную смазку зависит от ее вязкости, а та, в свою очередь, от температуры: при пониженной температуре расплава слой получается сравнительно толстый, при повышенной, слой тонкий.

Нельзя погружать в ванну с расплавленной смазкой холодные металлические детали, так как их поверхность отпотевет и влага под слоем смазки может вызвать коррозию металла.

Смазки АМС-3 и ЗЭС наносят на поверхность без подогрева, кистью.

Смазку ЗЭС можно наносить также погружением или распылением, предварительно разбавив ее уайт-спиритом или бензином в соотношении 1:1.

В любом случае слой смазки должен быть сплошным, без подтеков, воздушных пузырей и инородных включений, толщиной 0,5...1,5 мм.

Удаляют углеводородные пластичные смазки нагреванием или промыванием в масляных ваннах при температуре 80... 120 °С. После этого изделия промывают в бензине, керосине, дизельном топливе и высушивают.

Смазочный слой удаляют также протиранием поверхности изделия или его отдельных частей тампонами, смоченными бензином, уайт-спиритом; сухим обтирочным материалом; с использованием горячей воды в моющих растворах с пассиваторами.

Мыльные смазки удаляют протиранием поверхности изделий тампонами - сухими или смоченными уайт-спиритом или бензином.

Консервационные масла на наружные поверхности изделий наносят погружением, распылением или кистью при подогреве до 70 °С (К-17-до 40 °С) или без подогрева при температуре не ниже 15 °С. После этого избытку масла дают стечь.

На внутренние поверхности механизмов и машин, имеющих картеры, циркуляционные и иные системы, консервационные масла наносят прокачкой или заливом в соответствующие полости с последующим поворачиванием движущихся частей вручную или при кратковременной работе машины. Разбирают механизм только в том слу-

чае, если при осмотре обнаружится на деталях коррозия, удалить которую без разборки невозможно.

Для двигателей внутреннего сгорания применяют способ консервации проработкой (запуском в действие) на смазке К-17. Прежде всего, с двигателя как можно полнее удаляют рабочее масло, затем в масляную систему заливают консервационное масло. Двигатель запускают, он работает на холостом ходу в течение 5...10 мин, после чего масло сливают, а оставшаяся его часть служит надежным средством защиты внутренних поверхностей до расконсервации.

При расконсервации рабочее масло просто заливают в систему и в последующем эксплуатируют. Примесь рабочего масла в консервационном при консервации двигателя и примесь консервационного в рабочем после его расконсервации не влияют на их защитные и рабочие свойства.

Запасные части, и инструмент консервируют нанесением масла на поверхность кистью или окутанием, которое проводят на подвесках (крючках) или металлических сетках. После окутания детали держат над ванной до полного стекания масла с поверхностей, затем упаковывают.

При длительном хранении узлов, агрегатов и крупногабаритных деталей на базах снабжения производят их переконсервацию. При этом для защиты наружных поверхностей крупногабаритных деталей и машин применяют микровосковые составы и смазку НГ-203А, а для защиты внутренних поверхностей - смазки НГ-203 Б, НГ-203 В, НГ-204, НГ-204 У, К-17, обеспечивающие хранение до 3...5 лет.

На наружные поверхности оборудования, смазку НГ-203А наносят кистью или пульверизатором в разогретом до 50 - 80°С состоянии, смазки НГ-204, НГ-204У - теми же способами холодными или подогретыми до такой же температуры. Смазку К-17 наносят в холодном виде (17...25°С) или в подогретом до 40°С окутанием, кистью или распылением.

Расконсервируют узлы и детали промывкой поверхностей бензином или уайт-спиритом, протиркой ветошью, смоченной одной из этих жидкостей, либо промывкой водными моющими растворами. Если позволяют условия, расконсервацию производят в ваннах или моечных машинах с использованием моющих средств типа Лабомид-203, МС-6, МС-8, МЛ-52 и др. Концентрация растворов и режимы обработки должны соответствовать требованиям ГОСТ 23.4.18380.

Рабоче-консервационные масла приготавливают в мастерских, на машинных дворах или на полевых станах тракторных бригад путем

добавления присадок к маслу, рекомендованному заводом-изготовителем для данного агрегата, узла или системы.

Готовя технику к длительному хранению, особое внимание обращают на консервацию дизелей тракторов, зерноуборочных, свеклоуборочных и других самоходных машин в соответствии с требованиями ГОСТ 775179.

Применяют также другие маслорастворимые ингибиторы, которые обеспечивают консервацию внутренних поверхностей двигателя и не требуют его расконсервации.

Для приготовления рабоче-консервационного масла отмеряют нужное количество масла с температурой не ниже 15...20 °С, а также требуемое количество присадки. Ее нагревают до 60...70 °С (любым способом, но без использования открытого пламени), перемешивая в процессе подогрева. После этого добавляют присадку к маслу и перемешивают до получения однородной смеси. Смесь считается однородной, если на струе масла отсутствуют черные или темно-коричневые разводы, а сгустки - на дне и стенках емкости.

Перед консервацией из картеров двигателей, агрегатов и узлов машин удаляют отработанные масла. Делают это сразу же после остановки машины, когда оно еще теплое, имеет пониженную вязкость и легко сливается. После слива масла полости промывают (с помощью передвижной или стационарной установки поста консервации) специальной жидкостью, состоящей из 80 % дизельного топлива и 20 % дизельного масла. Затем заправляют двигатели до рабочего уровня, а остальные узлы и агрегаты - до контрольного уровня или отверстия. Для смазывания всех деталей, узлов и механизмов заправленный двигатель запускают и дают проработать на средних оборотах 10...15 мин. После остановки с двигателя снимают свечи или форсунки, через отверстия заливают в каждый цилиндр по 40...80 г рабоче-консервационного масла для смазки поверхности деталей цилиндропоршневой группы и проворачивают коленчатый вал на 5...6 оборотов. Снятые форсунки тщательно промывают в бензине, прочищают распылители, все это смазывают рабоче-консервационным маслом и ставят на место.

При консервации пусковых двигателей из картера сливают конденсат, заливают через свечное отверстие в цилиндр 40...50 г рабоче-консервационного масла и проворачивают коленчатый вал на несколько оборотов. Затем устанавливают на место свечу. Не рекомендуется закрывать отверстия под свечи и форсунки деревянными пробками.

Узлы и агрегаты шасси и трансмиссии тракторов, автомобилей и комбайнов, заправленные рабоче-консервационным маслом, прокручивают от двигателя в течение 3...5 мин при вывешенных ведущих мостах или разъединенных гусеницах.

Если прокрутить узел, агрегат или редуктор невозможно, картер полностью заливают рабоче-консервационным маслом с последующим сливом до рабочего уровня.

Консервация топливной системы (топливопроводы, топливные фильтры, форсунки, топливный насос, топливный бак) выполняется рабоче-консервационным топливом, состоящим из смеси дизельного топлива с 5 % ингибиторной присадки. Перед консервацией из топливной системы дизеля, а также из бака полностью сливают топливо, которое смешивают с присадкой. При этом температура топлива должна быть 15...20 °С, а подогретой присадки - не выше 60 °С.

Приготовленное рабоче-консервационное топливо заливают в бак, двигатель запускают и дают ему поработать 5...8 мин. Затем при отключенной подаче топлива прокручивают пусковым двигателем или стартером коленчатый вал основного дизеля в течение 1,5...2 мин. Продолжительность разового включения стартера не должна превышать 10...12 с с перерывом не менее 30 с.

Для предотвращения или замедления доступа влаги в двигатели, узлы и агрегаты их герметизируют. Загрузочные, выгрузные люки, заливные горловины баков и редукторов, заслонки карбюраторов, отверстия сапунов, выхлопные трубы двигателей тракторов, автомобилей, комбайнов и другие отверстия, щели и полости машин, через которые может попасть влага внутрь агрегатов и узлов, плотно закрывают крышками, пробками или другими приспособлениями. Обычно используют унифицированные заглушки из полимерных материалов.

Все узлы и механизмы, законсервированные с помощью рабоче-консервационных масел с присадкой, вводят в эксплуатацию без предварительной расконсервации и замены масла в картерах.

Если за время эксплуатации машин рабоче-консервационное масло в агрегатах и узлах не меняли, то при повторной их постановке на хранение его не сливают. В том случае агрегаты и узлы дозаправляют соответствующими сортами рабоче-консервационных масел с присадкой до нормального уровня.

Наряду со штатными жидкими ингибированными смазками (НГ-203, К-17, НГ-204У) для наружной консервации (при хранении техники в неотапливаемых помещениях и под навесом) и при переконсервации запасных частей на базах снабжения применяют масла с про-

тивно-коррозионными присадками, вводимыми непосредственно на местах консервации техники.

#### 2.4 Ингибированные пленочные покрытия

Ингибированные пленочные покрытия - особый класс консервационных материалов с широкой номенклатурой составов, основой которых обычно являются нефтепродукты. Композиции, из которых получают ингибированные пленочные покрытия, как правило, представляют собой растворенные в горючих (углеводородных) или негорючих (трихлорэтилен) растворителях смеси, которые после нанесения на металл, и испарения растворителя образуют на поверхности различного вида защитные пленки. Полученные с заданными свойствами пленки используют для хранения и эксплуатации техники в различных условиях.

Ингибированные пленочные покрытия имеют ряд преимуществ перед традиционными защитными маслами и смазками: удобны в применении; меньше расход материала (для эффективной защиты достаточна толщина пленки 20...50 мкм); обладают высокой степенью защиты в условиях контактной, питтинговой и щелевой коррозии, коррозионно-механического растрескивания и усталости, коррозии при трении; обеспечивают противокоррозионную защиту влажных поверхностей.

В большинстве случаев при использовании ингибированных пленочных покрытий не требуется расконсервации техники. Это позволяет сократить трудозатраты на противокоррозионные работы и обеспечить дополнительную защиту техники от коррозии в период эксплуатации. Некоторые из этих покрытий используют в качестве защиты лакокрасочных, полимерных, битумных, восковых покрытий (в том числе поврежденных). При этом срок их защитного действия повышается в 2...3 раза.

Ингибиторные пленочные покрытия делятся на три группы: **смываемые, снимаемые, неснимаемые**. Наиболее распространены смываемые ингибиторные покрытия. В их состав входят полимерные смолы, парафин, воски, петролатумы, битумы, минеральные масла, водо- и маслорастворимые ингибиторы коррозии и различные растворители. Представители этой группы (НГ-216А, НГ-222А, Б) имеют высокие защитные свойства в агрессивных средах, устойчивы к атмосферным осадкам, солнечной радиации и абразивному воздействию, обладают быстроедействием и водовытесняющими свойствами.

Указанные свойства смываемых покрытий позволяют не использовать их для консервации сезонно эксплуатируемых сельскохозяйст-



венных машин, защиты наиболее уязвимых для коррозии мест автомобилей (днищ, скрытных профилей, кузовов, группы двигателей), запасных частей, станков, трубопроводов, канатов и т.п.

**Смываемые покрытия** - эффективное дополнительное противокоррозионное средство при эксплуатации техники, особенно когда защищаемые поверхности не находятся под прямым воздействием атмосферных осадков и с ними не контактируют работники при периодическом техническом обслуживании. Эта группа покрытий наиболее эффективна в отношении техники, эксплуатирующейся в жестких климатических условиях.

К группе **снимаемых** относятся покрытия, легко удаляемые с поверхности изделия в виде кожуры. Они подразделяются на покрытия:

- на основе пленкообразующих, растворимых в органических растворителях (ЛСП, ХВ-036, ФП-6, ХП-1, АБЦУ, Плезар);
- на основе плавких пленкообразующих материалов, наносимых из расплавов (ЗИП, ВАП, АЦЗК);
- на основе водных латексов (АК-535, МС-ВА, ИС-КЧ51, Карболатс и др.).

Последние обладают более низким защитными свойствами по сравнению с первыми двумя подгруппами покрытий. Поэтому применяются в основном для межоперационной защиты внутри помещений. Вместе с тем составы на водной основе пожаробезопасны и менее токсичны.

**Неснимаемые покрытия** отличаются высокой адгезией, не поддаются удалению нефтяными растворителями. В их состав входят синтетические смолы, битумы, каучуки, наполнители, водо- и масло-растворимые ингибиторы коррозии и растворители. К этой группе покрытий относятся составы МС-1181, ГФ-543 РК и др.

Неснимаемые покрытия при периодической эксплуатации техники выполняют роль смазочного материала, поэтому после окончания срока хранения машин их можно не удалять, а при необходимости удаления используют смывки АФТ-1 и СП-6.

Наряду с ингибированными пленочными покрытиями отечественная промышленность выпускает и другие противокоррозионные средства подобного типа. Наиболее эффективные из них - так называемые автоантикоры на основе смол с добавлением эластомеров.

Большинство из перечисленных автоантикоров используют для восстановления заводских противокоррозионных покрытий подкузовной части автомобилей или для дополнительной защиты днищ кузов-

вов. Для повышения атмосферостойкости и защитных свойств в некоторые составы вводят 2 % алюминиевой пудры ПАП-2.

Большинство рецептур ингибированных пленочных покрытий, выпускаемых промышленностью, представляют собой готовые к использованию составы. При необходимости их разбавляют соответствующими растворителями до требуемой вязкости.

Состав легко снимаемого покрытия (ЛСП) готовят на месте работ перед использованием. Расчетную дозу присадки АКОР-1 вводят в необходимое количество эмали ХВ-114 и тщательно перемешивают состав до исчезновения темных разводов на стекающей струйке. Перемешивание выполняют вручную, если готовится небольшое количество раствора (до 40 кг) и механически при большем количестве. Состав ЛСП хранят не более 6 месяцев.

Составы ЗИП, ВАП, АЦЗК поставляются в виде блоков. Перед применением их размельчают и нагревают до плавления. Для расплавления применяют масляные ванны с автоматическим регулированием температуры и перемешивающим устройством, обеспечивающим равномерный нагрев.

После расплавления в течение 20...30 мин дают удалиться пузырькам воздуха.

Техника нанесения готового состава на поверхность краскораспылителем такая же, как и при нанесении лакокрасочного покрытия.

Нанесение покрытия окунанием выполняют путем плавного погружения детали в ванну (емкость) с раствором на 2...3 с, затем ее медленно извлекают и выдерживают над ванной, пока не стечет излишек раствора. После этого деталь подвешивают для естественной сушки.

Толщина покрытия регулируется температурой расплава и самого изделия, длительностью выдержки в расплаве.

В зависимости от величины и конфигурации деталей приемы их погружения в раствор могут быть различными. Мелкие детали погружают в раствор партиями в металлических кассетах, корзинах. На незащищенные части (в местах соприкосновения со стенками и дном кассеты, корзины) после извлечения из ванны и высыхания наносят раствор с помощью кисти.

Детали среднего размера простой конфигурации погружают в раствор с помощью проволоки, шнура или клещей. Более крупные детали покрывают раствором в два приема. Сначала погружают одну половину детали, а после высыхания - вторую.

Чтобы обеспечить хорошее нанесение защитного слоя, направление стекания раствора должно быть постоянным, для чего положение изделия в процессе сушки не следует изменять, в противном случае будут подтеки. При окунании следят, чтобы на пленке не образовались пузыри.

## 2.5 Модификаторы ржавчины

В практике противокоррозионной защиты техники все большее признание получают модификаторы ржавчины. Их использование позволяет в ряде случаев упростить технологию окрашивания, снизить трудоемкость, улучшить условия труда, предотвратить загрязнение окружающей среды, повысить долговечность лакокрасочных покрытий, уменьшить расход ЛКМ.

**Модификаторы ржавчины** - это соединения, принцип действия которых состоит в преобразовании продуктов коррозии в защитный слой химически стойких, нерастворимых в воде соединений, обладающих высокой прочностью сцепления с поверхностью металла.

По механизму действия на продукты коррозии модификаторы разделяются на четыре группы;

- составы, химически изменяющие ржавчину;
- составы, химически изменяющие ржавчину с одновременным образованием на поверхности металла пленки грунта под лакокрасочные покрытия (грунтовки-модификаторы);
- вещества, уплотняющие ржавчину (модификаторы-пенетранты);
- вещества, стабилизирующие ржавчину (модификаторы-стабилизаторы).

Практическое применение нашли два вида модификаторов: растворы и грунтовки. В состав модифицирующих растворов входят кислоты (обычно фосфорная), органический или неорганический комплексообразователь, ингибиторы коррозии и поверхностно-активные добавки.

Отличительная особенность грунтовок-модификаторов - наличие в их составе пленкообразующих.

**Преобразователи ржавчины** - в этом их достоинство - используют в тех случаях, когда современные технические методы и средства удаления ржавчины, такие, как дробеметная, дробеструйная очистка, травление и другие, неприменимы или когда на поверхности металла после очистки, например ручным способом, остаются продукты коррозии. Используют модификаторы и для обработки продуктов коррозии, образующихся в высокоагрессивных атмосферах, содержащих повы-

шенные концентрации аммиака, сернистого газа, сероводорода, органических кислот. В ряде случаев модификаторами ржавчины обрабатывают детали эксплуатируемых машин, наиболее подверженные коррозии (топливные баки, крыши кабин, двери, решетки радиаторов).

Выбор типа модификатора ржавчины зависит от толщины слоя ржавчины на обрабатываемой поверхности, условий эксплуатации защищаемого от коррозии оборудования, наличия соответствующих лакокрасочных материалов и др. Нужно иметь в виду, что преобразованный любым модификатором слой ржавчины без последующего покрытия лакокрасочными материалами обеспечивает удовлетворительную противокоррозионную защиту в легких условиях эксплуатации (при межоперационном хранении). В других случаях покрывают преобразованный слой соответствующими лакокрасочными материалами, к которым предъявляются следующие требования:

- устойчивость к воздействию остатков кислот, входящих в состав преобразованной ржавчины, или способность связывания этих кислот;

- высокая адгезия к преобразованным продуктам коррозии;

- устойчивость и хорошая адгезия к последующим слоям лакокрасочного покрытия.

Для обработки деталей автомобилей перед окрашиванием применяют также автопреобразователи ржавчины (продукт взаимодействия фосфорной кислоты и цинковой пыли), Автопреобразователь-1 ржавчины (продукт взаимодействия фосфорной кислоты с окисью цинка и хроматом калия), Автопреобразователь ржавчины лигнинный (композиция из аминоклигнина, фосфорной кислоты, эмульгатора и воды).

Перспективы порошковые модификаторы ржавчины типа ППР-1. Их добавляют непосредственно в первый слой краски или грунта в количестве 5...10%. В результате улучшаются защитные свойства покрытий, увеличивается адгезия, уменьшается вероятность наводороживания металла и возникновения подпленочной коррозии, а также значительно снижается трудоемкость подготовки поверхности металлоконструкции под окраску, так как исключается ее обработка модификатором.

При отсутствии модификаторов, выпускаемых промышленностью, используют модифицирующие растворы.

Для эффективного применения модификаторов ржавчины требуются следующие условия; отсутствие окалины, пластовой и рыхлой ржавчины, а также жировых загрязнений и пыли. Если невозможна

полная очистка металлических поверхностей от окалины или окалины со ржавчиной, наносят грунтовки-модификаторы (преобразователи) ржавчины по тонкому слою окалины, прочно связанному с поверхностью металла. Перед применением их предварительно подготавливают. Составы, поставляемые промышленностью в двух и более компонентах, тщательно смешивают в кислотостойкой посуде и доводят до необходимой консистенции соответствующими разбавителями.

Однокомпонентные модификаторы в случае загустения также разжижают разбавителями.

Наносят преобразователи ржавчины на поверхность прокорродированного металла кистью, валиком, пневматическим и безвоздушным распылением.

## **2.6 Защитные воски и битумные составы**

**Микрокристаллические воски**, представляющие собой смесь твердых углеводородов, парафинов, церезинов, изопарафинов и нафтенов, обладают хорошей водоотталкивающей способностью, малой газо- и паропроницаемостью, низкой стоимостью.

Защитные физико-механические свойства микровосков улучшают специальными добавками - ингибиторными присадками, гидрофобными веществами, полимерными материалами, синтетическими поверхностно-активными веществами - детергентами, вытесняющими коррозионно-активные электролиты и воду с поверхности металла.

Микровоски применяют для нанесения непосредственно на изделие, пропитки упаковочной бумаги, ткани, картона, создания воскового промежуточного слоя различных дублированных материалов (бумага с целлофаном, бумага с фольгой, ткань с целлофаном и др.). Слой микровоска в дублированных материалах защищен с двух сторон от механических повреждений и обеспечивает надежную защиту поверхностей.

Для нанесения ГП упаковку (картонные коробки, бумажные мешки и пр.) с изделиями помещают в расплавленный состав при температуре 80 °С, выдерживают в нем 3-5 с, затем вынимают.

Наибольший интерес представляют микровосковые составы, которые используют в качестве консервационных материалов вместо консервационных смазок для временной защиты от коррозии изделий различного назначения, прежде всего автомобилей, тракторов, сельскохозяйственной техники, хранящихся в безгаражных условиях под открытым небом.

Для этой цели применяют эмульсии микровосков на растворителе или на воде.

Пленки водно-восковых эмульсий устойчивы к атмосферным воздействиям, не разрушаются и не смываются дождем, обладают хорошими защитными свойствами от абразивного действия пыли, что особенно важно при перевозках техники железнодорожным или автомобильным транспортом.

Перед нанесением восковых составов сельскохозяйственную технику очищают от грязи, пыли, растительных остатков и тщательно моют на специально оборудованных площадках, используя стационарные или передвижные моечные установки. В качестве очищающих и обезжиривающих средств используют моющие жидкости типа Лабомид, МС, АЭРОЛ, Темп-100, Темп-100А, Комплекс и др. В первую очередь снимают узлы и детали, подлежащие хранению в закрытых помещениях, покрывают внутренние поверхности узлов и механизмов консервационными смазками, затем наносят защитные восковые составы, которые предварительно перемешивают до получения однородной смеси.

Для нанесения восковых составов используют аппараты 03-4899 (АКЭ-50), 03-9905 ГОСНИТИ, агрегаты АТО-9984 ГОСНИТИ, АТО-9995 ГОСНИТИ, пневмораспылители О-31А, О-37А, КРУ-1, КР-10-1, С-765, СО-72, установки для нанесения методом безвоздушного распыления. Радуга-0,63, Радуга-1.2, Радуга-2, ИНГУЛ ОР-5550 и др. До рабочей вязкости ИВВС и ЗВД-13 доводят водой, ПЭВ-74, и ИФХАН-29 – растворителем НЕФРАС-С5/170. При вводе законсервированной техники в эксплуатацию микровосковые составы, как правило, не удаляют. В случае необходимости восковые покрытия сначала смывают струей воды под давлением, после чего воск удаляют мягкой ветошью, смоченной неэтилированным бензином, гептаном или уайт-спиритом. Окончательно очищают поверхность хлопчатобумажной салфеткой.

**Битумные смеси** применяют главным образом в качестве противокоррозионных средств при покрытии различных строительных конструкций, в том числе используемых в сельском хозяйстве.

При отсутствии консервационных материалов, выпускаемых промышленностью, для защиты рабочих органов сельскохозяйственных машин и других неокрашенных металлических поверхностей применяют битумные составы, способные обеспечить сохраняемость техники на открытых площадках до 6 месяцев. Самый простой защитный битумный состав представляет собой состав битума с бензином в соотношениях соответственно 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 с добавкой олифы.

Более высокими защитными свойствами обладают покрытия, получаемые из композиций на основе битума с добавкой различных полимерных наполнителей (латекса, наирита и др.).

### **2.7 Металлизационные и металлизационно-лакокрасочные покрытия**

Среди разнообразных методов получения металлических покрытий широкое применение находят методы газопламенной (газотермической) и особенно электрической металлизации, при которых защитное металлическое покрытие формируется напылением расплавленного металла (металлической проволоки).

При газопламенном напылении источником тепловой энергии является пламя, образующееся в результате горения смеси кислород - горючий газ (ацетилен, пропан и др.), при электрической металлизации источник энергии - электрический ток. В качестве покрытий чаще всего используют цинк и алюминий, которые по отношению к стали являются анодными, поэтому защищают ее электрохимически.

**Цинковые покрытия** обладают хорошей стойкостью к нефтепродуктам, атмосферному воздуху, к воде и водяному пару, благодаря чему их широко применяют для противокоррозионной защиты разнообразных технических изделий из черных металлов, в том числе средств хранения и транспортирования нефтепродуктов и воды. Лишь в промышленной атмосфере, загрязненной окислами серы, хлора и парами соляной кислоты, коррозионная стойкость цинковых покрытий ослабляется.

**Алюминиевые металлизационные покрытия** используют для защиты стальных конструкций (строительные сооружения, трубопроводы, резервуары для хранения технических жидкостей и др.), эксплуатирующихся как в условиях обычных, так и при повышенных температурах.

Преимущества алюминиевых металлизационных покрытий перед цинковыми особенно наглядно проявляются в условиях сильноагрессивных атмосфер.

Коррозионную стойкость металлизационных покрытий можно повысить дополнительной обработкой. Например, обработка металлизационного алюминиевого покрытия водяным паром способствует повышению его стойкости в 3 раза по сравнению с необработанным.

Эффективный метод защиты изделий от коррозии - **комбинированные металлизационно-лакокрасочные покрытия**, которые обеспечивают продолжительные сроки службы (десяtkи лет) техники в различных климатических зонах в условиях воздействия агрессивных

сред. Для пропитки металлизационных покрытий применяют индивидуальные материалы (лак, грунтовку, эмаль) и системы лакокрасочных покрытий (грунтовку + эмаль или грунтовку + лак).

Сочетание металлизационного покрытия с лакокрасочным не только повышает защитные свойства системы в целом, но и позволяет уменьшить толщину металлизационного слоя, снизить общие затраты, улучшить внешний вид поверхности.

Нанесение лакокрасочного слоя на металлизационный устраняет один из существенных недостатков металлизационных покрытий - пористость. Благодаря шероховатости металлизационного слоя лакокрасочные материалы прочно ложатся на него, проникают в поры, закупоривая их и препятствуя тем самым попаданию вглубь металлизационного слоя веществ, вызывающих коррозию.

### **2.8 Составы на основе синтетических каучуков**

Существует широкая номенклатура различных эластомеров для противокоррозионной защиты технических изделий, главным образом эксплуатирующихся в условиях коррозионно-агрессивных сред. Эластомерные покрытия, в отличие от тонкослойных лакокрасочных покрытий, обеспечивают не только надежную противокоррозионную защиту, но и являются износостойкими при воздействии различных абразивных материалов. Из числа эластомерных противокоррозионных покрытий наиболее эффективны покрытия, получаемые на основе полисульфидного (тиокол), хлорпренового (наирит), кремнийорганического, полиэфир-уретанового, изобутиленового и других каучуков. Процесс нанесения покрытия включает подготовку поверхности, смешивание компонентов герметиков, нанесение композиции, вулканизацию, контроль качества покрытий, ремонт дефектных участков.

Вулканизацию герметикой ускоряют путем обдува горячим воздухом или инертным газом, местным прогревом с помощью переносных ламп, горелок или накидок и матов с вмонтированными в них электродвигателями, а также нагревом в термошкафах. Время выдержки зависит от температуры нагрева. Так, при температуре 50° С время выдержки должно быть 24...36 ч, при 80° С - 8...16ч.

Для ускорения вулканизации однокомпонентных тиоколовых герметиков их поверхность орошают методом пульверизации. Качество, однородность приготовленного для использования герметика проверяют, нанесением его тонкого слоя на стекло. В композиции не должно быть неразмешанных порошкообразных частиц и разноцветных вкраплений (при разном цвете входящих в состав композиции компонентов).



## 2.9 Фосфатирование

**Фосфатирование** - это химический процесс образования на поверхности металла пленки нерастворимых в воде фосфатов, которая увеличивает срок службы лакокрасочных покрытий, улучшает сцепление с металлом и замедляет развитие коррозии в местах нарушения лакокрасочной пленки.

Чаще всего фосфатируют стальные поверхности. Иногда фосфатные пленки применяют как дополнительное защитное покрытие цинковых и кадмиевых осадков, заменяющее или сопутствующее пассивным пленкам. Фосфатирование выполняют в растворе на основе солей цинка или железа.

Качество фосфатной пленки зависит от характера подготовки поверхности и технологии ее нанесения. Лучшими для фосфатирования являются механические способы подготовки поверхности, способствующие образованию мелкокристаллических фосфатных покрытий.

**Пассивирование.** Обработка деталей в пассивирующем растворе приводит к образованию слоя, препятствующего развитию коррозии и способствующего продлению срока службы лакокрасочного покрытия.

При обработке отдельных участков поверхности деталей или крупногабаритных изделий могут быть использованы фосфатирующие пасты. Пасту наносят на обрабатываемую поверхность с помощью кисти, затем выдерживают при комнатной температуре в течение 40...50 мин, смывают водой и обработанные; участки быстро просушивают. Рекомендован состав пасты (% по массе):  $\text{H}_3\text{PO}_4$  - 82...86,  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$  - 8...9, препарат ОП-7 - 4...6, патока - 2...3. При использовании его сочетают операцию очистки в фосфатированной поверхности. После обработки пастой детали промывают водной суспензией  $\text{CaCO}_3$ .

## 6.3 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

### **Материалы, применяемые в автомобилестроении и ремонтном производстве. Герметики, клеи и пластмасса**

При изготовлении и ремонте автомобилей получили широкое применение различные виды синтетических, полимерных, композиционных материалов и пластических масс на их основе. При этом используются физические и химические процессы взаимодействия ремонтных материалов с материалом восстанавливаемой детали.

Анаэробные герметики представляют собой жидкие или вязкие композиции, способные длительное время оставаться в исходном состоянии и быстро отверждаться в зазорах между сопрягаемыми металлическими поверхностями при нарушении контакта с кислородом воздуха.

Эти материалы применяют для уплотнения пористого литья, сварных швов, стопорения и уплотнения резьбовых соединений, фиксации подвижных соединений, уплотнения фланцевых соединений. Они не чувствительны к воздействию воды, минеральных масел, топлив, растворителей, в большинстве своем не токсичны, не оказывают отрицательного воздействия на окружающую среду и обеспечивают надежную противокоррозионную защиту уплотняемых деталей. Важнейшим преимуществом герметиков является возможность их применения в сопряжениях деталей из любых материалов в различных сочетаниях при допусках от -0,2 до +0,6 мм. После отверждения они сохраняют высокие прочностные и усталостные характеристики, могут контактировать с различными жидкими и газообразными средами, обеспечивают 100 %-ный контакт сопрягаемых деталей, выдерживают температуру -60 ... +250°C и давление до 35 МПа. После выпрессовки подшипников качения, установленных с помощью анаэробного материала, посадочная поверхность остается чистой и при повторном восстановлении механизма достаточно нанести новый герметик.

На качество уплотнения влияет материал герметизируемого сопряжения, чистота поверхностей, контактирующих с герметиком, форма и размеры деталей, технология сборки, режимы отверждения и др.

По влиянию на скорость отверждения герметика в сопряжении материалы деталей делят на активные (медь, сплавы меди, никель), нормальные (железо, углеродистые стали, цинк) и пассивные (высокоуглеродистые стали, алюминий, титан, материалы с противокоррозионными покрытиями, пластмассовые изделия).

Скорость отверждения герметиков и время достижения максимальной прочности соединения зависит от температуры окружающей среды. Низкие температуры замедляют полимеризацию и вызывают необходимость применения активаторов. Некоторые герметики способны полимеризоваться при температуре до -10°C. В качестве активаторов применяют специальные жидкости: К-101М - прозрачная, обеспечивает время отверждения 24 ч; КВ (КС) - светло-желтого или желтого цвета, обеспечивает отверждение в течение 6 ч. Введение актива-

торов позволяет выполнять аварийный ремонт в условиях эксплуатации.

В зависимости от применяемых герметика и активатора восстановленное сопряжение может быть введено в эксплуатацию через 6...24 ч.

Герметики марок Унигерм-2М и Унигерм-11 способны отверждаться при пониженных до  $-10^{\circ}\text{C}$  температурах.

Расход анаэробных герметиков зависит от метода применения и составляет 1...5 г на  $100\text{ см}^2$  поверхности при герметизации цилиндрических соединений с зазором 0,05... 0,2 мм; 1-5 г на 100 болтов в зависимости от диаметра и высоты резьбы; 3...10 г на 1 кг литья при пропитке в зависимости от конфигурации детали.

Клеи, отличительной особенностью которых является сочетание в одном материале хороших адгезионных, необходимых антифрикционных свойств и достаточной механической прочности при простой технологии, нашли широкое применение при ремонте автомобилей.

Наибольшее распространение при восстановлении автомобильных деталей имеют эпоксидные клеевые материалы. Армирование эпоксидных материалов стекловолокном существенно расширяет область их применения при восстановлении деталей, имеющих пробоины (площадью до  $50\text{ см}^2$ ) и трещины. Эпоксидные материалы применяются при восстановлении деталей, работающих в диапазоне температур  $-70 \dots +120^{\circ}\text{C}$ . Основным недостатком эпоксидных клеевых соединений является токсичность компонентов.

Кроме эпоксидных клеев при ремонте автомобилей используют акриловые, цианакриловые и силиконовые клеи.

Из клеевых материалов зарубежного производства большими возможностями для восстановления автомобильных деталей обладают: Molykote AP - универсальный силиконовый клей-герметик, обеспечивающий прочное соединение деталей в рабочем диапазоне температур  $-50\dots+220^{\circ}\text{C}$ ; Silicon AP 1945548 - кремнийорганический белый силиконовый каучук; Silicon AP 1945505 - кремнийорганический прозрачный силиконовый каучук; Silicon AP 2404559 - кремнийорганический силиконовый каучук черного цвета. Указанные материалы применяют для склеивания деталей из металлов, стекла, резины, натуральных и синтетических волокон, большинства пластмасс.

Клеевые материалы обеспечивают не только прочное соединение деталей из различных материалов, но также уплотняют зазоры и трещины; герметизируют фонари, окна, шланги и патрубки; изолируют

ют электрические контакты; устраняют вибрацию и шум; применяются для изготовления уплотнений и прокладок.

Материалы для холодной молекулярной сварки (ХМС) представляют собой металлизированные композиции, состоящие на 70...80 % из мелкодисперсных металлов (никель, хром, цинк) и специально подобранных олигомеров, образующих при отверждении трехмерные полимерные сетки повышенной прочности. Эти материалы не следует путать с эпоксидными составами и клеями, так как они обладают свойствами металлов и легко подвергаются механической обработке.

С помощью ХМС можно производить высокопрочные соединения деталей из различных материалов, восстанавливать размеры и форму изношенных деталей, наносить на рабочие поверхности деталей износостойкие покрытия с эффектом самосмазывания, устранять трещины и сколы. Технология ХМС также удобна для восстановления тонколистовых кузовных деталей, для устранения протечек теплообменников и емкостей. По сравнению с традиционными способами сварки и пайки ХМС не требует разборки агрегатов, слива масел из картеров и емкостей. При применении ХМС не возникают внутренние термические напряжения и исключается возможность повреждения существующих сварных швов, устраняется пожароопасность выполняемых работ. Детали, восстановленные методом ХМС, сохраняют работоспособность при температуре  $-60... + 350$  °С.

Наиболее распространенным объектом восстановления поврежденных деталей являются резьбовые соединения. Восстановление сорванной резьбы ХМС отличается от традиционной технологии простотой применения и меньшей трудоемкостью.

Высокое качество восстановления деталей методом ХМС обеспечивается только правильным выбором полимерного материала.

Наряду с механической обработкой затвердевшего композита возможно формирование геометрии рабочей поверхности восстанавливаемой детали в период пластического состояния композиционных материалов. Для этого используют сопрягаемую деталь, смазанную разделительным составом. Базовый состав Реком-Б является основой для разработки материалов, обладающих специальными свойствами: Реком-В - адгезией к влажной поверхности; Реком-М - адгезией к маслянной поверхности; Реком-Ж - повышенной термостойкостью; Реком-И - повышенной износостойкостью; Реком-О - используется при отрицательных температурах; Реком-супер - композит с адгезией к стальной поверхности до 35 МПа.

Материал Унирем применяют при ремонте радиаторов систем охлаждения двигателей, блоков цилиндров, трубопроводов, а также глушителей.

#### **6.4 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4**

##### **Материалы, применяемые в автомобилестроении и ремонтном производстве. Лакокрасочные материалы**

При изготовлении и ремонте автомобильных кузовов применяется большой ассортимент лакокрасочных материалов, которые подразделяются на основные (эмали, краски, грунты и шпатлевки) и вспомогательные (растворители, разбавители, отвердители, добавки, смывки, материалы для подготовки поверхностей к окрашиванию, средства для ухода за покрытиями и др.).

Практически любой ремонт кузова сопровождается последующей его окраской, которая выполняется с использованием эмалей, грунтовок, шпатлевок, растворителей, шлифовальных шкурок и других материалов.

Обозначения основных лакокрасочных материалов отечественного производства, указываемые в соответствии с существующей классификацией, делятся на пять групп.

1. Определяет название материала полным словом: грунтовка, шпатлевка, эмаль и т.п.

2. Условно обозначает буквами состав пленкообразующего вещества лакокрасочного материала: МЛ-меламиноалкидные, ГФ-глифталевые, НЦ-нитроцеллюлозные, ПФ-пентафталевые, МС-алкидностирольные, УР-уретановые, ПЭ-полиэфирные, ФЛ-фенольные, ФА-фенолоалкидные, ЭП-эпоксидные, ВЛ-поливинилацетатные, БТ-битумные, МА-масляные густотертые (готовые к употреблению) и др.

3. Показывает основное назначение материала и обозначается через тире цифрами: 1 и 5 - атмосферостойкий; 2 и 3 - стойкий внутри помещения; 4 - водостойкий; 6 - маслобензостойкий; 7 - стойкий к агрессивным средам; 8 - термостойкий; 9 - электроизоляционный и др. Для обозначения грунтовок после буквенного индекса через тире ставят 0, а для обозначения шпатлевок - 00.

4. Показывает порядковый номер, присвоенный данному материалу из одной, двух или трех цифр.

5. Указывает полным словом цвет материала (красный, зеленый, оранжевый, синий и т.п.).

При приобретении эмали для окраски кузова лучше использовать эмаль одной и той же партии, номер которой указан на этикетке, чтобы избежать расхождений в цвете различных участков окрашенной поверхности.

Эмали, применяемые для окраски современных легковых автомобилей, отличаются разнообразием красивых цветов и оттенков, повышенным блеском и способностью длительно сохранять красивый внешний вид при длительной эксплуатации покрытий в различных климатических условиях. При окраске кузовов легковых автомобилей для внешних слоев покрытия на предприятиях-изготовителях применяют эмали различных цветов и оттенков, главным образом, меламиноалкидные, акриловые, водно-дисперсионные и, очень редко, нитроцеллюлозные эмали.

Меламиноалкидные эмали изготавливают на основе смесей меламиноформальдегидной и алкидной смол. Высыхание эмалей идет за счет испарения растворителей и поликонденсации смол. Для полного высыхания эмалей требуется повышенная температура 120... 140 °С (горячая сушка), при которой образуется необратимая пленка.

После горячей сушки покрытие из меламиноалкидных эмалей приобретает глянец, высокую атмосферостойкость, эластичность и твердость, стойкость к изменению температуры в пределах -40...+60°С, высокую стойкость к воздействию воды, топлив и масел. Эмали наносят пневматическим распылением, а также распылением в электростатическом поле.

Меламиноалкидные эмали марок МЛ-12, МЛ-197, МЛ-1110, МЛ-1121 и МЛ-1198 применяют для окраски практически всех отечественных автомобилей.

Нитроцеллюлозные эмали являются суспензиями пигментов в нитролаках с добавлением пластификаторов и смол. Высыхание нитроэмалей происходит вследствие испарения летучих растворителей при комнатной температуре 18...20. При высыхании образуется обратимая пленка, способная вновь растворяться в растворителях. Из-за низкой адгезии по отношению к металлам нитроэмали наносят на хорошие грунты.

Покрытия из нитроэмалей относительно стойки к воздействию минеральных масел, бензина, а также слабых щелочных растворов. Длительное воздействие воды приводит к отслаиванию покрытия. Покрытия стойки к действию температур в пределах -40...+60 °С, а при температурах выше 90 °С разрушаются и могут самовоспламениться.

При высыхании нитроэмалей образуется полуглянцевая поверхность, которую можно довести до зеркального блеска полированием. Для повышения способности нитропленок к полированию последний слой эмали покрытия сушат при температуре +50...60 °С.

Нитроэмали наносят на окрашиваемую поверхность кузова с помощью распылителей, реже - кистью. Быстрота высыхания нитроэмалей обуславливает их широкое применение для окраски кузовов при отсутствии устройств для горячей сушки покрытий.

При ремонтной окраске кузовов применяют эмали МЛ-152, МЛ-1195 и НЦ-11. Покрытия из эмали МЛ-1198 обладают металлическим эффектом.

Эмаль МЛ-152 рекомендуется использовать для ремонтной окраски небольших участков поверхности кузова. Покрытия из нее стойки к перепаду температур -50...+50 °С, к действию минеральных масел и бензина.

Эмаль наносят краскораспылителем или кистью на поверхность, предварительно покрытую грунтовкой ГФ-021. При первичной окраске эмаль наносят в два слоя, по старой краске - в один слой. Первый слой эмали наносят на предварительно высушенный слой грунтовки, второй слой - на недосушенный первый слой эмали после 5...7 мин при температуре 18...22 °С. Для сушки покрытия может быть использован рефлектор с лампой.

Эмаль МЛ-1195 - ремонтная, ее применяют для составления эмалей различных расцветок при ремонтной окраске легковых автомобилей, используемых в умеренном и холодном климате. Промышленность выпускает одиннадцать основных цветов эмали: белая, синяя, зеленая, красная, вишневая, оранжевая, лимонная, желтая, красно-коричневая, горчичная, черная. Смешивая компоненты составляющих цветов в заданной массовой пропорции, добиваются необходимого цвета эмали.

Перед нанесением эмали поверхность покрывают грунтовкой ГФ-021, а дефекты выправляют шпатлевкой МС-006.

Эмаль НЦ-11 разных цветов предназначается для ремонтной окраски небольших дефектов покрытий автомобилей. Покрытие цветными эмалями устойчиво в условиях окружающей среды умеренного и холодного климата в течение двух лет, черной эмалью - трех лет.

Наносят эмаль предпочтительно пневмораспылителем. Однако для устранения мелких дефектов эмаль можно наносить кистью. На поверхность с грунтовкой ГФ-021 или ГФ-031, или ФЛ-03К наносят 5...6 слоев эмали. Для придания блеска покрытие шлифуют шкуркой с

зернистостью М63, М50 или М40 и полируют пастой № 291 и полировочной водой № 1.

Эмаль МЛ-1198, с помощью которой можно получить высококачественные покрытия с металлическим эффектом, поставляется в комплекте с лаком МЛ-198.

Эмаль выпускают серебристого, золотистого, сине-зеленого цветов и цвета «Страдивари». Покрытия толщиной 75-85 мкм обладают высокими физико-механическими и защитными свойствами.

Ассортимент красок и прозрачных лаков немецкой фирмы «Spies Hecker» предназначен для восстановления лицевых поверхностей кузова любого класса легковых автомобилей.

Краска серии 257 (Permacron) - покровная двухкомпонентная краска, относящаяся к 2К-акриловой системе, обеспечивает высокую стойкость лакокрасочного покрытия к любым атмосферным воздействиям, а также масло- и бензостойкость. Материал быстро сохнет, удобен в нанесении, а возможность комбинирования его с различными отвердителями и растворителями позволяет применять эту краску в любых производственных условиях.

Краска пригодна для нанесения на отвердевшее, хорошо сохранившееся и отшлифованное старое лакокрасочное покрытие, а также на загрунтованные или обработанные наполнителем поверхности.

Краска серии 270 (Permasolid HS) - покровная краска, относящаяся к 2К-акриловой системе с высоким содержанием твердого вещества. Обладает превосходными наполняющими способностями, блеском и стойкостью к любым атмосферным воздействиям. Низкое содержание вредных веществ делает применение этой краски оптимальным с экологической точки зрения.

Краска пригодна для нанесения на отвердевшее, стойкое к растворителям, хорошо сохранившееся и отшлифованное старое лакокрасочное покрытие, а также на загрунтованные или обработанные наполнителем поверхности.

Люминисцентная краска 8568 (Permacron) содержит флуоресцентные красители, которые преобразуют часть ультрафиолетового излучения в видимом спектре, что придает лакокрасочному покрытию особенно сильный светящийся эффект. Эта краска применяется для нанесения на специальные автомобили, такие как скорая помощь, полицейские, пожарные, дорожной службы и т.п.

Краска пригодна для нанесения на отвердевшее, хорошо сохранившееся и отшлифованное старое лакокрасочное покрытие, а также на загрунтованные или обработанные наполнителем поверхности.



Краска серии 293 (Permacron) используется для двухслойной системы окрашивания всех легковых автомобилей. Она не содержит примесей свинца, обладает хорошей укрывистостью, удобна в применении. После нанесения на нее прозрачного лака создается блестящее, стойкое к атмосферным воздействиям, прочное лакокрасочное покрытие.

Краска пригодна для нанесения на отвердевшее, стойкое к растворителям, хорошо сохранившееся и отшлифованное старое лакокрасочное покрытие, а также на загрунтованные или обработанные наполнителем поверхности.

Перламутровая краска серии 295 (Permacron) используется для двух- или трехслойной системы окрашивания всех легковых автомобилей. Она не содержит примесей свинца, легка и удобна в применении. После нанесения на нее прозрачного лака создается блестящее, стойкое к атмосферным воздействиям, прочное лакокрасочное покрытие.

Краска пригодна для нанесения на отвердевшее, стойкое к растворителям, хорошо сохранившееся и отшлифованное старое лакокрасочное покрытие, а также на загрунтованные или обработанные наполнителем поверхности.

Водорастворимая краска серии 280/285 (Permahyd) применяется для двухслойного окрашивания легковых автомобилей. Краска содержит менее 10 % органических растворителей и является экологически чистым продуктом. Система для смешивания на основе Permahyd красок позволяет получить практически любой оттенок цвета, в том числе с металлическим и перламутровым эффектами. После нанесения на нее Permacron прозрачного лака создается блестящее, стойкое к атмосферным воздействиям лакокрасочное покрытие.

Краска пригодна для нанесения на следующие поверхности: обработанные наполнителем 5110 Permacron HS или другими наполнителями из 2К-акриловой системы Permacron или 1К грунт-наполнителем 4100 Permahyd; на старое лакокрасочное покрытие в хорошем состоянии; из искусственных материалов, обработанных Permacron 1:1 эластик отвердителем 3300.

Прозрачные лак 8100 (Permacron MS) и лак Т 30 (Permacron MS) относятся к 2К-акриловой системе. Они хорошо заполняют поры и мелкие неровности, отлично растекаются и обладают прекрасным блеском. Лаки пригодны как для мелкого восстановления лакокрасочного покрытия, так и для полной окраски автомобиля в любых производственных условиях.

Лаки пригодны для нанесения на поверхности, окрашенные следующими красками первого покрытия: краски серий 293/295 Permacron; краски серий 280/285 Permahyd; краски эффектной серии Permacron.

Прозрачный лак 8005 (Permacron 3:1 Rapid) относится к 2К-акриловой системе. Он является оптимальным для быстрого восстановления лакокрасочного покрытия и обладает устойчивостью к образованию пузырьков в окрасочном слое. Лак предназначен прежде всего для восстановительной окраски небольших поверхностей кузова, так как отличается простотой обработки.

Лак пригоден для нанесения на поверхности, окрашенные следующими красками первого покрытия: краски серий 293/295 Permacron, краски серий 280/285 Permahyd, краски эффектной серии Permacron.

Прозрачный лак 8030 (Permacron HS) относится к 2К-акриловой системе и обеспечивающий качество High Solid. Он хорошо заполняет поры и мелкие неровности, обладает прекрасным блеском, отличной масло-, бензостойкостью, стойкостью к атмосферным воздействиям. Благодаря высокому содержанию твердых частиц и отсутствию необходимости добавления растворителей лак является удобным в применении, экономичным в использовании, а также экологически безопасным в работе.

Лак пригоден для нанесения на поверхности, окрашенные следующими красками первого покрытия: краски серий 293/295 Permacron; краски серий 280/285 Permahyd; краски эффектной серии Permacron.

Прозрачный лак 8000 (Permacron MS Varlo) относится к 2К-акриловой системе. Благодаря быстрому высыханию лак является хорошим материалом для быстрого восстановления лакокрасочного покрытия. Он может наноситься в 1,5 слоя без промежуточной выдержки или в два слоя напыления с различной вязкостью. Лак хорошо заполняет поры и мелкие неровности, отлично растекается и обладает прекрасным блеском. Низкое содержание растворителей делает выбор этого лака предпочтительным и с экологической точки зрения.

Лак пригоден для нанесения на поверхности, окрашенные следующими красками первого покрытия: краски серий 293/295 Permacron; краски серий 280/285 Permahyd; краски эффектной серии Permacron.

Прозрачный лак 8070 (Permacron Elastic) с пониженным блеском, относящийся к 2К-акриловой системе, отличается высокой пластично-

стью и удобством в работе. Он предназначен специально для двухслойной окраски деталей автомобилей из искусственных материалов.

Лак пригоден для нанесения на поверхности, окрашенные следующими красками первого покрытия; серий 293/295 Permacron и серий 280/285 Permahud, а также эффектной серии Permacron.

Структурный лак 8304 (Pergasol) - эластичный двухкомпонентный покровный лак, относящийся к 2К-акриловой системе, с особым структурным эффектом для бамперов. Лак поставляется различных цветов, а требуемые оттенки цвета могут быть получены с использованием системы смешивания Permacolor.

Лак пригоден для нанесения на загрунтованные бамперы изготовленные из поликарбоната.

Грунтовки наносят первыми на подготовленную к окрашиванию поверхность. Они являются связующим покрытием между металлом и последующими слоями эмали. Поэтому грунтовки обладают хорошей сцепляемостью.

Грунтовки наносят распылением или кистью. Толщина грунтовочного слоя обычно составляет 15...20 мкм.

При ремонтной окраске кузова используют грунтовку ГФ-021. По технологичности нанесения и сушки, а также по защитным свойствам она может быть использована для грунтования металлической поверхности кузова для последующего покрытия различными эмалями. Покрытие грунтовкой ГФ-021 имеет хорошую адгезию (сцепление) к металлу, хорошо шлифуется шкуркой и стойко к перепаду температур от - 40 до + 60 °С. Нитроэмали не вызывают сморщивания и растрескивания хорошо просушенной пленки грунтовки. Сушат грунтовку под нитроэмали при температуре 100...110 °С, так как в этом случае она устойчива к растворителям № 646, 647.

Грунты и грунт-наполнители фирмы «Spies Hecker» предназначены для восстановления поверхностей кузова любого класса легковых автомобилей.

Грунт реактивный 3255 (Primat) - красно-коричневый, однокомпонентный, не содержащий хроматов цинка на поливинилбутиленовой основе, пригодный для ремонта легковых автомобилей. Благодаря содержанию в нем в определенной пропорции специальных пигментных и связующих веществ, обеспечивает первоклассную защиту от коррозии и отличную адгезию. Этот грунт используют на участках с оставшейся ржавчиной, на выступах и изгибах, а также на зашлифованных до голого металла участках, для предварительного

грунтования перед Ретгасоп двухкомпонентными акриловыми наполнителями.

Грунт пригоден для нанесения на поверхности деталей кузова: изготовленные из стали, алюминия, оцинкованной стали; с оставшимся отшлифованным заводским грунтом или лаковым покрытием (за исключением термопластичных лаковых покрытий); шпатлеванные с применением 2К Raderal полиэфирных материалов и хорошо шлифованные.

Грунт-наполнитель 4080 (Priomat) - серый, однокомпонентный, не содержащий хроматов цинка, относящийся к поливинилбутиленовой системе. Материал обладает хорошей адгезией, обеспечивает надежную защиту от коррозии, является хорошим порозаполнителем, удобен и безопасен при использовании. Грунт пригоден для быстрого ремонта лакокрасочного покрытия методом «мокрый по мокрому» или с промежуточным шлифованием. Его светлый нейтральный цвет позволяет наносить на него любые малоукрывистые краски.

Грунт пригоден для нанесения на поверхности деталей кузова: изготовленные из стали, алюминия, оцинкованной стали; с оставшимся отшлифованным заводским грунтом или лаковым покрытием (за исключением термопластичных лаковых покрытий); шпатлеванные с применением 2К Raderal полиэфирных материалов и хорошо шлифованные.

Грунт Эластик 3304 (Priomat) - универсальный однокомпонентный материал, обеспечивающий адгезию деталям из искусственных материалов на наружной поверхности автомобильных кузовов. Материал отличается хорошей адгезией, высокой пластичностью и легкостью обработки.

Грунт пригоден для нанесения на поверхности наружных деталей кузова автомобиля, изготовленных из искусственных материалов.

Грунт реактивный 8583 (Ретгасоп 4:1) - красно-коричневый, относящийся к 2К-акриловой системе, применяется наряду с 2К-полиэфирными материалами для улучшения защиты от коррозии чистого металла.

Грунт пригоден для нанесения на отшлифованные поверхности деталей кузова из чистой стали, с оставшимся отшлифованным старым лакокрасочным покрытием (за исключением термопластичных лаковых покрытий), а также на загрунтованные Priomat 1:1 грунтом 3688 алюминий или оцинкованную сталь.

Применение грунта 8583 Permascon 4:1 в качестве средства противокоррозионной защиты под двухкомпонентные акриловые наполнители Permascon/Permasolid недопустимо. Наилучшая противокоррозионная защита достигается при использовании Priomat кислотоотверждаемых грунтов.

Эластик наполнитель 3300 (Permascon 1:1) - универсальный двухкомпонентный наполнитель для всех деталей из обычных искусственных материалов на наружной поверхности автомобилей. Наполнитель наносится на восстанавливаемую поверхность в виде двух слоев: первый, грунтующий слой, наносится непосредственно на пластмассовую деталь и второй - красящий слой, кроме того, содержит эластичную добавку. Материал отличается хорошей адгезией, высокой пластичностью и простотой в применении.

Эластик наполнитель выпускается белого и черного цвета. Эти оттенки могут быть смешаны между собой в различной пропорции, чтобы получить для применения нейтрально-серый цвет для малоукрывистых покровных красок. Наполнитель пригоден для нанесения на поверхности наружных деталей кузова автомобиля, изготовленных из искусственных материалов.

Грунт 3688 (Priomat 1:1) - кислотоотверждаемый двухкомпонентный противокоррозионный материал на поливинил-бутиленовой основе. Материал служит для пассивирующей предварительной обработки металлических поверхностей, особенно алюминиевых. В комбинации с высококачественными Permascon 2К-акриловыми наполнителями и покровными красками Spies Hecker достигается оптимальная ремонтная окраска автомобилей.

Грунт пригоден для нанесения на поверхности деталей кузова: из стали, алюминия, оцинкованной стали; с оставшимся отшлифованным заводским грунтом, лаковым покрытием (за исключением термoplastических лаковых покрытий); шпатлеванные с применением 2К Radegal полиэфирных материалов и хорошо шлифованные.

Противокоррозионный грунт 4130 (Priomat 1:1) - двухкомпонентный кислотоотверждаемый, содержащий хроматы цинка на поливинил-бутиленовой основе. Применяется для ремонта уже подвергшихся коррозии поверхностей. Из-за высокого содержания хроматов цинка грунт целесообразно наносить на восстанавливаемые поверхности кистью.

Грунт пригоден для нанесения на поверхности деталей кузова: из стали, алюминия, оцинкованной стали; с оставшимся отшлифованным заводским грунтом или лаковым покрытием (за исключением

термопластичных лаковых покрытий); шпатлеванные с применением 2К Raderal полиэфирных материалов и хорошо шлифованные.

Грунт-наполнитель 4090 (Primat ЭП) - серого цвета, двухкомпонентный, из 2К-эпоксидной системы, не содержащий хроматов цинка.

Грунт пригоден для нанесения на отшлифованные поверхности деталей кузова из чистой стали, алюминия, оцинкованной стали, с оставшимся отшлифованным заводским или старым лаковым покрытием (за исключением термопластичных лаковых покрытий), а также с заводским грунтом, шпатлеванные с применением Raderal 2К полиэфирных материалов и хорошо шлифованные, тщательно обезжиренные и отшлифованные стеклопластики.

Этот грунт-наполнитель нельзя наносить на поливинилбутиленовые (кислотоотверждаемые) реактивные грунты или 1К-грунты (например, искусственная смола).

Грунтовки-преобразователи ржавчины используют для подготовки поверхности кузова под окраску без удаления продуктов коррозии. Выпускаются грунтовки-преобразователи ржавчины марок Э-ВА-01, Э-ВА-0112 и др. Их наносят на поверхность кузова при температуре не ниже 15 °С распылением или кистью в один-два слоя.

Преобразователь ржавчины Э-ВА-0112 применяют при комнатной температуре при толщине слоя коррозии до 100 мкм. Вязкость по вискозиметру ВЗ-4 для нанесения распылением составляет 30...50 с. Полное высыхание происходит в течение 24 ч.

Грунтовку-преобразователь Э-ВЛ-01 используют при толщине ржавчины до 100 мкм. Рабочая вязкость при комнатной температуре должна быть 30...50 с. Состав высыхает при комнатной температуре 10...22 °С за 2 ч; при 70...80 °С - в течение 0,5...1,0 ч. В качестве растворителя применяют ортофосфорную кислоту.

Грунтовку-преобразователь П-1Тв отличие от рассмотренных используют при толщине ржавчины до 60 мкм. Полное высыхание при температуре 18...21 °С происходит за 48 ч.

При использовании преобразователей ржавчины следует знать, что защитные свойства покрытий, нанесенных по поверхности, обработанной преобразователем ржавчины, как правило, хуже, чем покрытий, нанесенных на защищенный от ржавчины чистый металл.

Шпатлевки используют для устранения вмятин на окрашиваемой поверхности кузова. Они представляют собой пастообразный состав из различных лаков (олифы), пигментов и наполнителя (мела).

Шпатлевки НЦ-007, НЦ-008, НЦ-009 предназначены для выравнивания загрунтованных металлических поверхностей, а также для исправления кузовов по выявительному слою эмали.

Шпатлевку ПФ-002 используют для общего и местного шпатлевания поверхностей кузова при отсутствии горячей сушки последующих слоев покрытия.

Шпатлевка МС-006 служит для исправления мелких дефектов на загрунтованной поверхности, а также на поверхностях, покрытых эмалью.

Шпатлевки ЭП-0010, ЭП-0020 являются грунт-шпатлевками и предназначены для выравнивания как загрунтованных, так и незагрунтованных поверхностей с глубиной дефектов до 15 мм. Для нанесения распылителем шпатлевку ЭП-0010 разводят разбавителем. Перед употреблением на 100 массовых частей шпатлевки добавляют 8,5 частей отвердителя № 1 (50 %-ный раствор гексаметилендиамина в этиловом спирте).

Для увеличения консистенции в эпоксидную шпатлевку добавляют асбестовый или железный порошок, тщательно перемешивают и только после этого вводят отвердитель. Технологическая способность подготовленной эпоксидной шпатлевочной пасты 1...2 ч, а разведенной разбавителем - до 24 ч.

Полиэфирная двухкомпонентная быстротвердеющая универсальная автомобильная шпатлевка предназначена для выравнивания металлических окрашенных и неокрашенных поверхностей кузова, заделки стыков, швов, трещин, раковин при ремонтных работах с возможным последующим воздействием температуры до 100 °С в течение не более 2 ч и при горячей сушке окрашенного кузова. Шпатлевку можно использовать также для исправления дефектов неметаллических поверхностей - дерева, керамики, отдельных видов пластмасс, а также для склеивания их как между собой, так и в сочетании друг с другом.

Шпатлевочную пасту готовят порциями перед непосредственным употреблением, что обусловлено быстрым временем желатинизации (10...15 мин) и отверждения (30...40 мин). Массовое соотношение полуфабриката шпатлевки при приготовлении шпатлевочной пасты должно быть 100:3,2. Отвердевшую шпатлевку через 30...40 мин с момента нанесения можно механически обрабатывать как сухим, так и мокрым способом с применением шлифовальных шкурочек сначала крупной зернистостью, а затем мелкой.

Волокнистая шпатлевка 2507 (Raderal) представляет собой двухкомпонентный материал, относящийся к 2К-полиэфирной системе. Она обладает хорошей пластичностью и высокой прочностью. Благодаря содержанию в шпатлевке стекловолокна, она пригодна для ремонта проржавевших частей кузова с ослабленной несущей способностью.

Состав самой шпатлевки и ее отвердителя являются вредными для здоровья человека.

Шпатлевка пригодна для нанесения на поверхности деталей кузова, изготовленные из стали, алюминия, оцинкованной стали, стеклопластика. Ее нельзя наносить на поливинил-бутиленовые (кислотоотверждаемые) реактивные грунты или 1 К-грунты (например, искусственная смола), на термопластичные или вязко-эластичные лаковые покрытия. В особых случаях можно нанести шпатлевку на указанные покрытия, но в этих ситуациях обрабатываемая поверхность должна быть обязательно зачищена до металла.

Полиэфирная шпатлевка 2030 (Raderal Vario) универсального применения, относится к 2К-полиэфирной системе, которая пригодна также и для оцинкованных поверхностей. Шпатлевка пластична, легко шлифуется и обладает высокой прочностью и особенно хорошо подходит для коротковолновой и средневолновой инфракрасной сушки. Может применяться как в качестве наполняющей так и тонкой шпатлевки. Шпатлевочное покрытие устойчиво к температуре до +80 °С.

Состав самой шпатлевки является вредным для здоровья человека, а отвердитель оказывает раздражающее действие на человека.

Шпатлевка пригодна для нанесения на поверхности деталей кузова, изготовленные из стали, алюминия, оцинкованной стали, стеклопластика, имеющие старое лакокрасочное покрытие, отвердевший 2К-наполнитель или 2 К-грунт.

Ее нельзя наносить на те же поверхности, что и шпатлевку 2507 (Raderal).

Полиэфирная шпатлевка 2511 (Raderal Zincoflex IR) имеет такие же свойства, что и 2507 (Raderal), и ее запрещается наносить на те же поверхности.

Шпатлевка 0911 (Raderal) является тиксотропной, полиэфирной, относящейся к 2К-полиэфирной системе. Она пригодна для нанесения на уже подготовленную поверхность для исправления небольших повреждений и заполнения пор. Шпатлевка пластична при нанесении, покрытие хорошо шлифуется и устойчиво к температуре до +80 °С.



Шпатлевка пригодна для нанесения на поверхности деталей кузова, изготовленные из стали, алюминия, стеклопластика, имеющие старое лаковое покрытие и отвердевший 2К-наполнитель. Возможно шпатлевание пластмассовых деталей, загрунтованных с применением Ретгасоп 1:1 эластичного наполнителя 3300 или Priomat эластичного грунта 3304, а также поверхностей, предварительно обработанных с применением полиэфирных шпатлевок 2 К-Raderal.

Запрещается наносить шпатлевку 0911 на те же поверхности, что и шпатлевку 2507 (Raderal). То же относится и к особым случаям нанесения шпатлевки.

Шпатлевка жидкая 3508 (Raderal) - серо-бежевая, является двухкомпонентным материалом на основе ненасыщенных полиэфирных смол, относящихся к 2К-полиэфирной системе. Она обладает сильными наполняющими свойствами, наносится распылением, особенно пригодна для заполнения пор и неровностей грубо обработанных поверхностей деталей кузова. Покрытие быстро высыхает и легко шлифуется.

Шпатлевка пригодна для нанесения: на зачищенную до голого металла сталь и алюминий; на оцинкованную сталь, загрунтованную с применением Permacron 4:1 грунта реактивного 8583; на отвердевшее, плохо поддающееся растворению старое лакокрасочное покрытие; на поверхности, шпатлеваемые Raderal 2К-полиэфирными шпатлевками; на стеклопластики, тщательно обезжиренные и отшлифованные.

Шпатлевку нельзя наносить на поливинил-бутиленовые реактивные грунты или 1К-грунты, а также на термопластичные лакокрасочные покрытия.

Штрейхпластик 2521 (Raderal) является материалом на основе полиэфирных смол, относящихся к 2К-полиэфирной системе и может наноситься кистью. Материал пригоден для заполнения небольших неровностей, царапин и пор, в частности, на выступах, ребрах, в пазах и изгибах на кузовах. Отличается быстрым высыханием, хорошей шлифуемостью и длительной жизнеспособностью. Устойчив к температуре до +80 °С.

Материал пригоден для нанесения: на сталь и алюминий; на отвердевшее, плохо поддающееся растворению старое лакокрасочное покрытие; на грубо зашпатлеваемые поверхности; на поверхности, загрунтованные с помощью Permacron 4:1 грунта реактивного 8583 (красно-коричневого).

Материал нельзя наносить на поливинил-бутиленовые (кислотоотверждаемые) реактивные грунты или 1 К-грунты (например, ис-

кусственная смола), на термопластичные или вязко-эластичные лаковые покрытия, на оцинкованные поверхности.

Шпатлевка 7715 (Permacron) - однокомпонентная, на основе специальной комбинации акриловых смол, не требующая дополнительных компонентов для высыхания. Шпатлевка имеет нейтральный светло-бежевый цвет и пригодна для последующей обработки подготовленной поверхности, а также для шпатлевания небольших повреждений, в том числе на зачищенном голом металле. Она пластична при нанесении, не имеет пор и очень хорошо шлифуется по истечении короткого времени высыхания.

Шпатлевка пригодна для нанесения: на зашлифованную до голого металла сталь; на хорошо отшлифованное старое лакокрасочное покрытие, Raderal шпатлевку, высохшие грунты или наполнители. Ее нельзя наносить непосредственно на голый алюминий или голую оцинкованную сталь, а также на термопластичные лакокрасочные покрытия.

Порозаполнитель 3311 (Primat) представляет собой специальную однокомпонентную наполняющую шпатлевку для устранения небольших пор на поверхностях автомобиля, изготовленных из полиуретановых материалов. Она надежно закрывает поры и обеспечивает требуемое качество лакокрасочного покрытия.

Шпатлевка пригодна для нанесения на детали из пенопластика на основе полиуретана, имеющие поры на наружной поверхности.

Шлифовальные шкурки применяют при сглаживании неровностей на поверхности кузова. При подготовке поверхности кузова к окраске используют шкурки с различной величиной зернистости шлифовального материала. Чтобы узнать, для чего предназначена шлифовальная шкурка, какую зернистость имеет шлифовальный материал и можно ли пользоваться ею для мокрого или сухого шлифования, необходимо знать обозначение шлифовальных шкурок, которое указывается на нерабочей стороне.

Условное обозначение шкурок расшифровывается следующим образом. Например, шкурка Л 230 x 280 Л1 51С 8-ПСА.

Буква Л означает, что шлифовальная шкурка изготовлена в виде шлифовальных листов. Цифры 230x280 показывают ширину и длину листа шлифовальной шкурки в миллиметрах. Если шкурку выпускают в рулонах, то букву не указывают, а размеры рулона обозначают: 1000x50, где первая цифра (1000) соответствует ширине рулона, мм, а вторая (50) -длине, м.

Другая группа букв и цифр указывает материал основы, на котором изготовлена шлифовальная шкурка: Л1, Л2 и М - влагопрочная бумага; П1, П2 и до П11 - невлагопрочная бумага; С1, С1Г, С2Г, У1, У1Г, У2 — тканисаржа; П - ткань-полудвунитка. Следовательно, в приведенном примере Л1 означает, что шлифовальная шкурка изготовлена на влагопрочной бумаге.

Третья группа цифр и букв означает вид и марку шлифовального материала. Шлифовальные шкурки выпускают с применением следующих марок шлифовальных материалов: 94А, 93А, 92А, 91А, 45А, 44А, 43А, 38А, 25А, 24А, 23А, 15А, 14А, Ф14А, 13А, Ф13А - марки электрокорунда; 64С, 63С, 55С, 54С, 53С, 51С - марки карбида кремния; 81Кр - кремень; 71Ст - стекло. В рассматриваемом обозначении шкурки 51С означает, что в качестве шлифовального материала применен карбид кремния.

Следующая группа цифр и букв указывает зернистость, т.е. условное обозначение размера абразивных зерен шлифовального материала. Цифра зернистости, умноженная на 10, указывает размер основной фракции зерен в микрометрах. В приведенном примере цифра 8 означает, что все зерна шлифовального материала проходят через сито с квадратной ячейкой со стороной 80 мкм. Буква, стоящая рядом с цифрой, означает процентное содержание основной (близкой к 80 мкм) фракции зерен в шлифовальном материале. Буква П означает, что содержание основной фракции шлифовального материала составляет не менее 55 %, буква Н - не менее 45%, а буква Д - не менее 41 %.

При обозначении микрошлифовальных порошков зернистость соответствует размеру абразивных зерен и записывается: М63, М50, М40, М28, М20, М14, М10, М7, М5 и М3. Цифра после буквы М указывает размер зерен в микрометрах, а буква В означает, что доля основной фракции составляет не менее 55%.

Пятая буква (или группа букв и цифр) характеризует марку связующего материала, с помощью которого зерна шлифовального материала закреплены на основе: М - мездровый клей; С - синтетическая смола; К - комбинированная связка; СФЖ - фенолоформальдегидная смола; ЯН-153 - янтарный лак. Иногда марку связующего материала в условных обозначениях шкурки не указывают.

Шестая буква указывает на класс шлифовальной шкурки (наличие дефектов на ее рабочей поверхности). Буква А указывает, что количество морщин, повреждений кромок и др. не более 0,5 %; Б - не более 2 %; В - не более 3 %.

По номеру государственного стандарта можно легко определить водостойкость шлифовальных шкурок на тканевой основе: все водостойкие тканевые шкурки выпускают в соответствии с ГОСТ 13344-79, а неводостойкие - ГОСТ 5009-82. Цифры после номера стандарта указывают заводской номер партии шлифовальной шкурки.

В обозначениях шлифовальных шкурок на тканевой основе перед цифрами, означающими размер, иногда стоят цифры 1 или 2. Цифра 1 означает, что шкурка предназначена для шлифования материалов низкой твердости, таких, как шпатлевки, грунтовки, наполнители, эмали. Цифра 2 означает, что шлифовальную шкурку используют для обработки твердых сплавов металлов.

Пример обозначения шлифовальной шкурки 1 820x20 У2Г 63С М63 С А ГОСТ 13344-79. Данная запись означает, что это водостойкая шкурка на тканевой основе (номер стандарта) из микрошлифовального порошка, предназначена для шлифования шпатлевок, грунтовок, наполнителей, эмалей (1), в рулоне шириной 820 мм, длиной 20 м, на ткани-сарже (У2Г), из карбида кремния (63С), из шлифовального материала с размерами зерен не более 63 мкм (М63), закрепленного синтетической смолой (С), с количеством дефектов на рабочей поверхности не более 0,5 % (А).

Существующая классификация абразивных материалов согласно Европейских норм для сухого и мокрого шлифования предусматривает следующее обозначение и градацию: P120, P150, P180, P220, P240, P280, P320, P360, P400, P500, P600, P800, P1000 P1200 и тоньше. Шлифовальные материалы с абразивом от P120 до P320 используют, как правило, для сухого шлифования, например, шпатлеванных поверхностей, шкурки с абразивами P320, P360 и P400 могут использоваться как для сухого, так и мокрого шлифования, например, окрашенных краской поверхностей, а шкурки с абразивом P400 и тоньше, используют только для мокрого шлифования, например, поверхностей покрытых двухслойными лаковыми покрытиями.

Нормативы США на шлифовальные материалы предусматривают следующую градацию: 120, 150, 180, 220, 240, 280, 320, 360, 400, 500 и 600. Шлифовальные материалы с абразивом от 120 до 240 используют только для сухого шлифования, с абразивом от 240 до 320 - как для сухого, так и для мокрого шлифования, а с абразивом от 320 и тоньше, - только для мокрого шлифования поверхностей, с повышенными требованиями декоративной отделки.

Обработка поверхностей лакокрасочного материала более грубым абразивом, например, P120, производится эксцентриковым инст-

рументом, более тонким абразивом - виброшлифовальным инструментом, а самым тонким зерном, например, P800-P1200, - с помощью насадочно-шлифовальной машины или вручную.

Растворители и разбавители применяют для того, чтобы лакокрасочные материалы имели необходимую рабочую вязкость. Они представляют собой однокомпонентные органические летучие и бесцветные жидкости или их смеси в различном сочетании компонентов. При смешивании с лакокрасочными материалами растворители не должны вызывать коагуляцию (свертывание) пленкообразователя, расслоение и помутнение раствора. Состав растворителей подбирают таким образом, чтобы обеспечить оптимальные условия для высыхания лакокрасочного материала, достаточные розлив и плотность нанесенной пленки. Ввиду повышенной токсичности бензола его применение как растворителя ограничено.

Растворители Permacron фирмы «Spies Hecker» рекомендуется применять для ремонтной окраски легковых автомобилей. С помощью этих растворителей представляется возможным довести вязкость любых основных материалов до рабочей, что позволяет эффективно работать в любых производственных условиях. Все рассматриваемые ниже растворители этой фирмы имеют температуру воспламенения выше +23 °С.

Растворитель 6020 (Permacron Multicrul) - универсальное средство для всех 2К-акриловых материалов и для всех красок, имеет плотность 0,87 г/см<sup>3</sup>. Применяется для разбавления до рекомендуемой вязкости Permacron красок серий 293/295 и 257, а также грунтов, наполнителей и прозрачных лаков.

Растворитель 3055 (Permacron Supercryl) - ускоряющее универсальное средство для всех красок первого покрытия, имеет плотность 0,87 г/см<sup>3</sup>. Применяется для разбавления до рекомендуемой вязкости Permacron красок серий 293/295 при низкой и средней температуре обработки или для небольших поверхностей.

Растворитель 3056 (Permacron Supercryl) - замедляющее универсальное средство для всех красок, имеет плотность 0,87 г/см<sup>3</sup>. Применяется для разбавления до рекомендуемой вязкости Permacron красок серий 293/295 при температуре обработки в помещении свыше +25 °С и для больших поверхностей.

Растворитель 3364 (Permacron) - универсальное средство для всех 2К-акриловых материалов, имеет плотность 0,87 г/см<sup>3</sup>. Применяется для разбавления до рабочей вязкости грунтов, наполнителей и покровных красок (кроме красок первого покрытия).

Растворитель 3365 (Permacron) - замедляющее универсальное средство для всех 2К-акриловых материалов, имеет плотность 0,92 г/см<sup>3</sup>. Применяется для улучшения растекания материала и поглощения лакокрасочного тумана при температуре в помещении выше +25 °С и большой площади ремонта.

Растворитель 3366 (Permacron) - сильно замедляющее универсальное средство для всех 2К-акриловых материалов, имеет плотность 0,94 г/см<sup>3</sup>. Применяется для улучшения растекания материала и поглощения тумана при температуре в помещении выше +35 °С и большой площади ремонта.

Растворитель 8580 (Permacron MS) - универсальное средство с ускорителем высыхания для всех двухкомпонентных материалов на основе акриловых смол, имеет плотность 0,88 г/см<sup>3</sup>. Препарат сокращает время сушки Permacron краски серии 257, а также Permacron двухкомпонентных акриловых прозрачных лаков и наполнителей. Применяется для разбавления до рабочей вязкости грунтов, наполнителей и покровных красок (кроме красок первого покрытия). По мерной линейке 5...10 % растворителя Permacron MS 8580 добавляется в Permacron краску серии 257 или Permacron MS прозрачный лак Т30, 8010, 8025, 8100, Vario прозрачный лак 8000. Для 2К-акриловых наполнителей количество добавления определяется по инструкции для соответствующего наполнителя. В Permacron 2К-по-кровные краски нельзя добавлять более 10 % растворителя.

Ускорить местную окраску кузова можно одновременным применением для всех Permacron 2К-покровных красок и 2К-акриловых наполнителей Permacron MS отвердителя 3050 (сверхбыстрого) и растворителя Permacron MS 8580.

Растворитель 1031 (Permacron) для снятия переходов, используется для частичной подкраски однослойными красками серии 257 и двухслойными серий 293/295, имеет плотность 0,88 г/см<sup>3</sup>. Применяется для создания незаметного для глаза перехода от ремонтного лакокрасочного покрытия к оригиналу.

Отвердители обеспечивают полимеризацию различных лакокрасочных материалов в любых производственных условиях. Они отличаются легкостью и простотой в использовании, высокой химической активностью и обеспечивают быстрое высыхание красок, лаков, наполнителей, грунтов и др. лакокрасочных материалов даже на воздухе при невысоких температурах и в окрасочных камерах с невысокой производительностью и недостаточным воздухообменом.

Отвердители 3030, 3040 (быстрый), 3050 (сверхбыстрый) Permacron MS на основе полиизоцианатов для двухкомпонентных материалов, относящихся к 2К-акриловой системе. Эти отвердители являются неотъемлемой частью 2К-акриловой системы и обеспечивают качественное и экономичное применение следующих материалов: Permacron краски серии 257, Permacron MS прозрачных лаков и всех Permacron 2К-ак-риловых наполнителей. Возможность выбора из трех видов отвердителей с различной скоростью полимеризации материалов позволяет использовать 2К-акриловую систему ремонта лакокрасочного покрытия фирмы «Spies Hecker» в любых производственных условиях.

Отвердитель 3030 пригоден для любого полного и местного восстановления лакокрасочного покрытия при нормальной и высокой температурах; отвердитель 3040 (быстрый) - для любого полного и местного восстановления лакокрасочного покрытия при нормальной температуре; отвердитель 3050 (сверхбыстрый) - для местного восстановления лакокрасочного покрытия при низкой температуре и недостаточном обмене воздуха в окрасочной камере.

При использовании данных отвердителей следует иметь в виду, что готовые для нанесения лакокрасочные материалы, содержащие изоцианаты, могут оказывать раздражающее воздействие на слизистую оболочку, особенно на органы дыхания, и вызывать аллергические реакции. Нельзя привлекать к работе с такими лакокрасочными материалами, людей, страдающих аллергией, астмой, а также предрасположенных к заболеваниям дыхательных путей.

Отвердитель 3368 (Permacron MS) на основе полиизоцианатов для двухкомпонентных материалов, относящихся к 2К-акриловой системе. Он обеспечивает качественное и экономичное применение следующих материалов: Permacron краски серии 257, Permacron MS прозрачных лаков и всех Permacron 2К-акриловых наполнителей.

Отвердитель может быть совместно использован со следующими компонентами Permacron: краской серии 257; прозрачным лаком плюс T30; 8025, 8010, 8100 MS; прозрачным лаком 8000 Vario; прозрачным лаком 8070 Elastic; структурным лаком 8304; люминисцентной краской 8568; 2К-акриловые наполнители.

Отвердитель применяется для любого полного или местного восстановления лакокрасочного покрытия при нормальной и высокой температуре, особенно для покровных лаков.

Указания по технике безопасности и условиям хранения данного отвердителя, ввиду наличия в нем изоцианатов, аналогичны ранее рассмотренным из группы отвердителей 3030, 3040, 3050.

Отвердитель 3100 для наполнителей (Permacron) - на основе полиизоцианатов для двухкомпонентных грунтов и наполнителей, относящихся к 2К-акриловой системе. Отвердитель обеспечивает качественную и быструю полимеризацию грунтов и наполнителей даже на воздухе при невысоких температурах и в окрасочных камерах с невысокой производительностью и недостаточным воздухообменом.

Отвердитель может быть совместно использован с Permacron 2К-акриловыми наполнителями и Permacron 2К-акриловыми грунтами. Нельзя использовать данный отвердитель с красками серии 257 Permacron и прозрачными лаками Permacron.

Отвердитель применяется в диапазоне температур +8... +22 °С, а также для окраски в окрасочных камерах с небольшим воздухообменом.

Разбавление до рабочей вязкости отвердителя осуществляется растворителем Permacron MS 8580 или растворителем 3364. При использовании данного отвердителя для 2К-акриловых наполнителей указанные сведения по пригодности приготовленной смеси для напыления сокращаются на 30...50 %, а при использовании с реактивным грунтом 8583 (Permacron 4:1) - с 4 до 1 ч.

Указания по технике безопасности и условиям хранения данного отвердителя, ввиду наличия в нем изоцианатов, аналогичны ранее рассмотренным из группы отвердителей 3030, 3040, 3050.

Отвердитель 8580 (Permacron MS) - специальный состав с ускорителем высыхания для всех двухкомпонентных материалов на основе акриловых смол. Препарат сокращает время сушки краски серии 257 Permacron, а также двухкомпонентных акриловых прозрачных лаков и наполнителей Permacron.

При приготовлении смеси для пневмораспыления добавляется 5...10 % по мерной линейке отвердителя 8580 в Permacron краску серии 257 или Permacron MS прозрачные лаки Т30, 8025, 8010, 8100, Vario прозрачный лак 8000. Для 2К-акриловых наполнителей количество добавления определяется по инструкции для соответствующего наполнителя. В Permacron 2К-покровные краски нельзя добавлять более 10% отвердителя 8580.

В результате добавления отвердителя 8580 может сократиться время сушки Permacron 2К-покровных красок и наполнителей. Продолжительность местного окрашивания можно сократить путем одно-



временного применения для всех Permacron 2К-покровных красок и 2К-акриловых наполнителей Permacron MS сверхбыстрого отвердителя 3050 и отвердителя 8580.

Средство для удаления силикона 8510 (Permacron) может добавляться в Permacron или Permacron краски, чтобы избежать образование кратеров на плохо очищенных покровных поверхностях в результате воздействия силикона.

При использовании данного препарата следует знать, что: нельзя допускать попадание тумана от распыления смешанной со средством для удаления силикона покровной краски на другие поверхности, которые впоследствии будут окрашиваться; рабочие инструменты после употребления следует немедленно тщательно промыть, а пустые банки немедленно уничтожить, так как препарат вреден для здоровья человека; гарантированный срок хранения средства составляет 6 мес.

Суперотвердитель 3120 (Permacron) применяется вместе с высококачественными Permacron MS прозрачными лаками для восстановления лакокрасочных покрытий высокого качества отделки. Это покрытие получается путем двухслойной окраски на предприятии-изготовителе с последующей обработкой специальным прозрачным лаком (NCLC), который особенно тверд и устойчив к воздействиям атмосферы и менее восприимчив к царапинам.

Смесь отвердителя 3120 Permacron Super и прозрачного лака Permacron MS плюс T30 пригодна для нанесения на поверхности, покрытые Permacron краской серий 293/295 или Permacryd краской серий 280/285.

Добавки к лакокрасочным материалам вводят для придания специфических свойств восстанавливаемому лакокрасочному покрытию. В зависимости от состава основных добавок обрабатываемая поверхность приобретает высокую эластичность, матовость, термопластичность и т.п.

Добавка 8584 Permacron Decoplus относится к 2К-акриловой системе. Она добавляется в краску серии 257 Permacron для преобразования ее в краску первого покрытия двухслойной системы окрашивания с дальнейшим нанесением прозрачного лака. Подобная смесь очень быстро сохнет, что облегчает декоративное многоцветное окрашивание автомобилей.

Препарат пригоден для нанесения на хорошо сохранившееся и тщательно очищенное лакокрасочное покрытие, а также на кузова, окрашенные краской Permacron серии 257 в основной цвет.

Добавка Permacron Converter 9304 преобразует краску серии 257 Permacron в термопластичную однокомпонентную акриловую краску, пригодную для местного восстановления термопластичных лакокрасочных покрытий и быстрой окраски внутри кузова автомобиля (багажник, проемы дверей, моторный отсек и т.п.).

Добавка пригодна для нанесения на термопластичные акриловые лакокрасочные покрытия, а также на кузова покрытые наполнителем Permaloid Rapid 7460.

Добавка Permacron Elastic Zusatz 8573 относится к 2К-акриловой системе. Пластификатор применяется для получения требуемой эластичности двухкомпонентных покровных красок и красок первого покрытия (только при трехслойном перламутре) при нанесении на детали кузова, изготовленные из искусственных материалов.

Добавка может быть совместно использована с Permacron краской серии 257 или Permacron 2К-акриловым прозрачным лаком или Permacron краской первого покрытия серии 293/295 (только при трехслойном покрытии перламутрового цвета).

Количественное соотношение компонентов при приготовлении смеси определяется типом покровных красок. Для двухкомпонентных покровных красок добавляют следующее количество добавки: 70...100 % - для полиуретановых пенопластиков; 10...30 % - для остальных видов искусственных материалов; для стеклопластиков добавку 8573 использовать нельзя. Для красок первого покрытия при нанесении трехслойного лакокрасочного покрытия с перламутровым эффектом количество добавки составляет: 20% - для пенопластиков на основе полиуретана; для других видов искусственных материалов добавку 8573 использовать нельзя.

Структурные добавки Permacron AL 399/грубая/, AL 499/тонкая/ и AL 699/сверхтонкая/ применяют для двухкомпонентных акриловых красок серии 257. Окрашенная поверхность в результате применения этих добавок теряет блеск, приобретает шероховатую (более тонкую или более грубую) структуру и одновременно становится эластичной.

Добавки применяются в основном для структурной окраски автомобильных деталей, изготовленных из искусственных материалов.

Добавки пригодны для нанесения на загрунтованные и обработанные наполнителями детали из искусственных материалов, а также на отвердевшее, хорошо сохранившееся и отшлифованное старое лакокрасочное покрытие на деталях из искусственных материалов или стали (например, пороги или передняя панель и т.п.).

Смывки используют для снятия лакокрасочного покрытия. Они представляют собой смеси различных растворителей, при воздействии которых покрытие разбухает, вспучивается и отстает от металла. Иногда смывки могут быть заменены обычными растворителями.

Наибольшее распространение получили смывки на основе органических растворителей. Выпускаются смывки марок: СД, АФТ-1, СП-6, СП-7, СПС-1, СПС-2, СНБ-9, «Смывка старой краски», «Автосмывка старой краски» и др.

Смывка СД (обыкновенная) представляет собой смесь органических растворителей с добавкой парафина и нафталина. При температуре +20 °С она состоит из двух слоев. Перед применением смывку подогревают на пару до температуры +35...40 °С для образования однородной смеси, а затем наносят кистью на покрытие. После охлаждения смывка набухает и превращается в кашицу. Для разрушения нитроэмалевого покрытия необходимо 10...20 мин, для других эмалей - 2-3 ч.

Смывка ЛФТ-1 состоит из нитроцеллюлозы, этил- или бензолцеллюлозы и парафина в смеси ацетона, формальгликоля и толуола (ксилола). При температуре +20 °С она имеет вязкость в пределах 5...30 с. Смывку используют для снятия покрытий из нитроцеллюлозных и масляных эмалей. Порядок пользования такой же, как смывкой СД. Разрушающее действие проявляется не более чем через 3 мин после нанесения смывки, а расход не более 170г/м<sup>2</sup> поверхности кузова.

Смывка СП-6 представляет собой смесь активных органических растворителей, загустителей с противокислотным ингибитором и предназначена для удаления меламиноалкидных, пентафталевых и эпоксидных покрытий, а также для разрушения нитроэмалевого покрытия. Смывку на покрытие наносят кистью или распылением. Можно наложить ветошь, смоченную смывкой. Нитроэмалевое покрытие разрушается через 3...4 мин, а все покрытия из других эмалей разрушаются не более чем за 40 мин.

Смывки СПС-1 и СПС-2 состоят из пасты тикстрола и хлорпарафина, эмульгаторов (жидкое стекло и ОЛ-7) и активных растворителей. Эти смывки размягчают эпоксидные, полиуретановые и алкидные покрытия. Смывки наносят на окрашенную поверхность кузова кистью или методом безвоздушного распыления. Перед применением смывки ее тщательно перемешивают.

Для снятия нитроцеллюлозных покрытий используют ацетон, либо растворители № 646 или № 647.

Материалы для противокоррозионной защиты, к которым относят различные составы, мастики и пасты для нанесения на днище, крылья и другие нижние части, а также во внутренние поверхности и полости кузова легкового автомобиля.

К противокоррозионным составам для покрытия низа кузова предъявляются следующие требования: высокая стойкость к воздействию влаги, минеральных масел и солей, сернистого газа; высокая адгезия, стойкость к вибрации и абразивному износу, ударным нагрузкам; стойкость к воздействию высоких (до 140 °С) и низких (до -40 °С) температур; непродолжительное время высыхания.

Для защиты кузова автомобиля выпускаются такие отечественные материалы: «Мастика сланцевая автомобильная МСА-3», «Автоантикор-2 битумный для защиты днища», «Автоантикор эпоксидный для днища», «Автоантикор эпоксидно-каучуковый для днища», «Мовиль», «Резистин» и др. Эти материалы изготавливают на основе продуктов переработки нефти, сланцев, каучуков, эпоксидных смол и т.п. В их состав входят: ингибиторы коррозии; поверхностно-активные вещества; связующие компоненты (смолы, каучуки, парафины, церезины, синтетические полимеры); наполнители (тальк, асбестовая крошка) и др. Составы обладают хорошей смачивающей способностью, вследствие чего легко проникают в дефекты сварочных швов, трещины, узкие зазоры между листами металла, а также в рыхлую ржавчину, пропитывая ее и замедляя процесс коррозии.

Автомобильная сланцевая мастика МСА-3, представляющая собой очень густую черную жидкость, предназначена для защиты днища кузова, внутренней поверхности крыльев, лонжеронов. Покрытие из этой мастики образует эластичную пленку с хорошей адгезией, морозо- и абразивостойкостью.

Мастику наносят на днище и крылья снизу, предварительно обработанные грунтовкой ГФ-021. Для разбавления мастики используют бензин или уайт-спирит. Средняя толщина одного слоя мастики должна быть 0,5... 1 мм. Расход мастики составляет 1...1,5 кг/м<sup>2</sup>.

#### Противокоррозионная мастика

БМП-1 - черная мягкая, легко размазывающаяся масса, служит для защиты нижней части кузова. Состав мастики, %: рубракс - 50,6; церезин - 4,5; масло «Вапор» - 13,8; асбест измельченный - 31,1. Мастику наносят распылением или шпателем на хорошо зачищенные металлические поверхности кузова или по грунтовке ГФ-021 или ФЛ-03К. При нанесении мастики специальным распылителем ее разбавля-

ют ксилолом или толуолом. Шпателем мастику наносят без разбавления.

Автоантикор-2, битумный - вязкая черная паста, образует гладкую износостойкую защитную пленку. Для разбавления используют бензин и уайт-спирит. Пасту наносят тремя слоями общей толщиной 1 мм. Первый и второй слои сушат при температуре +20 °С по 5 ч, а третий -48 ч. Расход пасты составляет 1...1,5 кг/м<sup>2</sup> поверхности кузова.

Автоантикор для днища резинобитумный образует эластичную пленку с повышенной абразивностью. Пасту наносят только кистью в три-четыре слоя общей толщиной 1...1,5 мм. Первые слои сушат при температуре +20 °С по 4...6 ч, а последний -10 ч. Расход пасты составляет 1,5 кг/м<sup>2</sup> поверхности кузова.

Автоантикор битумно-каучуковый «Битукас» - вязкая жидкость. Препарат наносят двумя слоями общей толщиной 0,7...0,8 мм. Первый слой сушат при температуре +20 °С в течение 3 ч, второй в течение 24 ч. Расход составляет 0,7...0,8 кг/м<sup>2</sup> поверхности кузова автомобиля.

Автоантикор эпоксидно-каучуковый - вязкая жидкость, которую наносят кистью или распылителем тремя слоями, общей толщиной 1 мм. Отверждение промежуточных слоев при 20 °С происходит в течение 1...1,5 ч, а последнего слоя -24 ч. Перед употреблением в основную массу вводят отвердитель в количестве 20 г на 1 кг неразбавленного антикора. После введения отвердителя антикор необходимо использовать в течение 5 ч, так как затем он затвердевает и становится непригодным для дальнейшего употребления. Для разбавления используют растворитель № 646 или № 647.

Автосредство для защиты днища «Антикоррозин» - очень густая жидкость, которую наносят двумя слоями общей толщиной 0,8...1,0 мм. Первый слой сушат при температуре +20 °С в течение 4 ч, второй -24 ч. Расход препарата составляет 0,8...0,9 кг/м<sup>2</sup> поверхности кузова.

Автоантикор М-14 в виде пасты наносят в два-три слоя общей толщиной 0,5 мм только кистью. Промежуточные слои сушат при температуре +20 °С в течение 0,5 ч, а последний -1ч. Расход пасты составляет 0,3...0,5 кг/м<sup>2</sup>.

Тектил TL-122А - высоковязкая черная паста, имеет хорошую адгезию к металлу. Покрытие имеет хорошую эластичность, тепло- и морозостойкость, абразивостойкость (не разрушается под воздействием песка, гравия и льда).

Финикор №4 - густая темная паста, покрытия из которой обладают повышенной износо- и ударостойкостью к летящим камням,

щелочи и т.п. Для разбавления применяют бензин, уайт-спирит. Сушку осуществляют при температуре 20...24 °С в течение 4 ч.

Паста водозапорная предназначена для промазывания сварных швов и неплотностей для предохранения от проникновения воды внутрь кузова. Пасту наносят шпателем на зачищенные места кузова ровным слоем.

Препарат «Мовиль» - сиропобразная жидкость темно-коричневого цвета. Препарат предназначен для защиты внутренних полостей дверей, порогов и других закрытых элементов кузова. Обладает хорошей проникающей и пропитывающей способностью, легко растекается по металлу, быстро вытесняет с его поверхности влагу и образует воскообразную пленку толщиной 30...40 мкм. Сушат покрытие при температуре 18...24 °С в течение 4...6 ч.

Резистин, выпускаемый в аэрозольной упаковке, предназначен для защиты от коррозии скрытых полостей кузова.

Финикор № 2 - легкоподвижная жидкость, предназначена для защиты гнезд фар, крышки багажника, подставки аккумулятора, шовных соединений крыльев, тыльной части буферов. Для разбавления используют бензин и уайт-спирит. Состав высыхает в течение 2 ч, образуя твердую воскообразную пленку.

Противокоррозионный материал Permahyd Steinschlag Elastic 7100-7103 немецкой фирмы «Spies Hecker» - высокопластичное средство, имеющее водорастворимую основу и обеспечивающее защиту поверхностей кузова от ударов камней. Материал поставляется серо-бежевого, черного, белого, серого цветов и на него можно наносить любые покровные краски. Средство пригодно для нанесения на хорошо сохранившееся отшлифованное старое лакокрасочное покрытие, а также на загрязненные и обработанные наполнителем поверхности.

## **6.5 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5**

### **Полимерные материалы**

#### **5.1 Виды старения**

Для полимерных материалов характерна их склонность к старению.

К факторам, способным вызывать старение полимерных материалов, относят тепловое, световое и ионизирующее излучения, физически и химически активные среды, живые организмы и продукты их жизнедеятельности, различные механические нагрузки, наличие в са-

мом материале слабых связей в макромолекулах, трещин, внутренних напряжений и пр.

В связи с этим старение подразделяют на термическое, световое, химическое (окислительное, озонное), радиационное, биологическое, электрическое, ультразвуковое, абляционное и старение при механических воздействиях.

В зависимости от места старения различают старение в искусственных условиях (специально созданных для моделирования) и климатическое (при воздействии комплекса природных атмосферных факторов).

**Термическое старение** - старение полимерного материала при воздействии температуры. В этом случае наблюдается термодеструкция, сопровождающаяся сшиванием, деполимеризацией и другими процессами старения. Под действием тепла (при повышенной температуре) ослабевают главные валентные связи между атомами, как основной цепочки, так и боковых ответвлений цепочки, что приводит к обрыву длинных цепочек, перегруппировке и взаимодействию активированных атомов и групп атомов с веществами окружающей среды, соседними цепочками и т.д.

Устойчивость к тепловому воздействию зависит от химической природы полимера, присутствия посторонних веществ и некоторых других факторов.

**Световое старение** - старение полимерных материалов и изделий под действием света (в климатических условиях световое старение - доминирующий процесс).

В наибольшей степени разрушающее действие на полимеры оказывает солнечный свет и прежде всего коротковолновая часть видимого света - ультрафиолетовое излучение. Для световых ультрафиолетовых лучей энергия квантов ( $E = h\nu$ ) соизмерима с энергией химических связей полимеров и может привести к их разрыву и вследствие этого - к необратимым изменениям в материалах. Процесс светового старения разделяют на ряд стадий: иницирование, переходы макромолекулы с возбужденным участком, превращение триплетного состояния, образование фотолитических продуктов, сшивание (обрыв) цепей и диффузия макрорадикалов из полимерной матрицы (линейный обрыв), окислительные процессы.

Под воздействием света происходит возбуждение отдельных участков полимерной цепи, разрыв основной цепи полимера с образованием свободных радикалов, имеющих свободную валентность и вследствие этого большую реакционную способность.

К световому старению чувствительны многие полимерные материалы, использующиеся в различных технических изделиях: резина, пластмассы, лакокрасочные и полимерные покрытия и др. При этом различают характерные признаки старения.

Так, световое старение резины характеризуется изменением окраски, появлением липкости или жесткости поверхностного слоя, а также беспорядочной сетки трещин на поверхности резинотехнических изделий (РТИ). Лакокрасочные покрытия меняют блеск, изменяют цвет. У некоторых покрытий появляются бронзировка, меление и т.п. Резиновые клеи при действии прямого солнечного света резко теряют вязкость.

Наибольшее действие солнечные лучи оказывают на нитроцеллюлозные пластмассы. Некоторые типы термореактивных пластмасс сравнительно быстро изменяют химический состав и цвет.

**Химическое старение** - старение полимерных материалов и изделий при воздействии химически агрессивных сред.

В процессе старения полимеров под действием химических веществ могут иметь место:

- гидролиз - распад под действием воды, водных растворов кислот, щелочей, солей и т.д.;
- ацидолиз - распад в присутствии моно - и поликарбонатовых кислот;
- аминолит - распад карбонидных связей в присутствии атомов;
- алколит - распад полиэфиров в присутствии одно - и многоатомных спиртов.

Наиболее распространенными химически агрессивными средами являются неорганические и органические кислоты, основания, водные растворы солей.

При этом действие чистых и основных солей рассматривают как действие слабых кислот и оснований.

По стойкости к кислотам и щелочам выделяют две группы полимеров: гетероцепные (полиамиды, тиоколы, силоксаны, полиэферы), сравнительно легко распадающиеся под действием кислот, щелочей и горячей воды, и карбоцепные (полиэтилен, полипропилен, полиизобутилен, полистирол, полиизопреновый, полибутадиеновый и другие каучуки, поливинилацетат и т. д.) - более стойкие к действию кислот и щелочей.

Под действием влаги происходят как физические, так и химические изменения материала, обусловленные процессом гидролиза. На-



пример, высокочувствительны к гидролизу пленкообразователи, содержащие амидные и ацетильные сложноэфирные связи.

**Окислительное старение** - старение полимерных материалов и изделий при воздействии кислорода.

На окислительное старение в значительной степени влияет температура: в общем случае с повышением температуры окислительный распад интенсифицируется. Кроме того, окислительная (термоокислительная) деструкция начинается обычно при более низкой температуре, чем термическая. Для окисления полимеров характерно автоускорение. В начале процесса обычно наблюдается период индукции, который сокращается при повышении температур и давлении кислорода.

**Озонное старение** - старение полимерных материалов и изделий под воздействием озона, одна из разновидностей химического старения.

Особенно наглядно проявляется озонное старение у эластомеров (резин) и прежде всего в условиях, когда они находятся в напряженном состоянии. Такое старение характеризуется возникновением трещин на поверхности резины. Трещины направлены перпендикулярно растягивающим усилиям.

По озоностойкости резины подразделяются на особо стойкие (фторсодержащие каучуки, сульфохлор (сульфированный полиэтилен) и др.), умеренно стойкие (бутилкаучук, бромбутилкаучук, полихлоропрен, насыщенные полиэфирные каучуки и др.) и нестойкие (ненасыщенные каучуки, НК, СКИ, СКБ, СКД, СКН, СКС и др.).

**Биологическое старение** - старение полимерных материалов и изделий под действием живых организмов и продуктов их жизнедеятельности.

Наибольшее влияние на процессы старения оказывают микроорганизмы: микрогрибы и бактерии. По существу их влияние на полимеры сводится к химическому воздействию агрессивными средами - продуктами их жизнедеятельности. Разрушительный процесс интенсифицируется, когда полимерный материал содержит ингредиенты, являющиеся питательной средой для микроорганизмов.

Активность развития микроорганизмов в большой степени зависит от влажности окружающей среды и находится в прямой зависимости от влагопоглощения материала. Стойкость лакокрасочных покрытий к биологическому старению в основном зависит от подбора пленкообразователя как компонента, главным образом определяющего влагопоглощение системы. Низким показателем влагопоглощения характеризуются полиолефины, фенол карбамидоформальдегидные оли-

гомеры, эпоксидные олигомеры, кремнийорганические соединения и др.

Биоповреждения и старение полимеров - взаимосвязанные процессы. Не только биоповреждений ускоряют процессы старения, но и по мере старения у полимеров снижается стойкость к воздействию биофакторов.

Старение при механических воздействиях - это старение полимерных материалов и изделий, вызываемое действием статических и динамических нагрузок.

**Абляционное старение** - разрушение полимерного материала, сопровождающееся уносом его массы при воздействии горячего газового потока, жидкости или твердых частиц.

Старение полимерных материалов и изделий в естественных климатических условиях представляет собой процесс комплексного воздействия многочисленных факторов, находящихся в сложном взаимодействии. Принято считать главными факторами естественного старения солнечную радиацию, температуру, озон, влажность. Их совместное действие и включает в себе понятие **климатическое старение**.

Под действием климатических факторов (свет, температура, влага, озон и т. п.) в полимерных материалах возникают химические и физические процессы, которые невозможно отделить друг от друга. При старении физические процессы, как правило, ускоряют химические реакции, которые, в свою очередь, влияют на протекание физических процессов.

Вследствие климатического старения полимерные материалы и изделия изменяются.

## 5.2 Защита от старения

К методам защиты полимеров от старения относят:

- введение наполнителей (наполнение);
- введение пластификаторов (пластификация);
- введение пигментов и красителей;
- введение стабилизаторов (светостабилизаторов, антиоксидантов, антиозонантов, противоутомителей, антирадов и др.);
- применение защитных пленок и пропиток;
- прочие методы (применение специальных конструкций изделий, изменение режимов эксплуатации).

Среди наполнителей наиболее эффективны активные наполнители, особенно в замедлении старения каучуков. Активные наполнители, переводя каучуки в высокоориентированное, пленочное состояние,

резко улучшают стойкость вулканизатора к механическим воздействиям.

Пластификация оказывает положительное воздействие на механические повреждения. Пластификаторы увеличивают взаимоподвижность и эластичность полимерных цепочек, тормозят процессы воздействия внешней среды. Вместе с тем нужно иметь в виду, что процесс старения пластифицированного полимера тесно связан со степенью совместимости пластификатора и полимера. Образование истинного раствора пластификатора в полимере называют совместимостью.

Пигменты и красители - составная часть полимерных материалов, активно участвующая в химических процессах предупреждения старения. Для замедления термостарения лакокрасочных покрытий подбирают пигменты и наполнители с частицами чешуйчатой формы (алюминиевая пудра, слюда и т. п.). При введении алюминиевой пудры в алкидные материалы удаётся повысить термостойкость покрытий на их основе более чем на 100°C. Замедляется процесс старения лакокрасочных покрытий при введении в них белых пигментов, которые повышают способность отражать тепловые лучи. Введение в лакокрасочные системы пигментов и наполнителей уменьшает гидрофильность покрытий, позволяет направленно регулировать рН лакокрасочного материала, что благоприятно влияет на его грибостойкость.

Для уменьшения скорости окислительного, светового, озонного и других видов старения в полимерные смеси вводят различные вещества: светостабилизаторы, антиоксиданты, антиозонанты, привоутомители, антирады и др. Известна широкая номенклатура химических веществ, способных выполнять указанную функцию.

Некоторые вещества как стабилизаторы отличаются высокой эффективностью.

Так, введение в пластмассу стабилизирующих составляющих значительно удлиняет срок службы материалов. Например, светостойкость полиэтилена значительно повышается при введении в него 0,1 % газовой сажи, которая способна поглощать весь диапазон УФ и видимой радиации и трансформировать поглощенную световую энергию в тепловую, менее опасную для полимера. Благодаря особенностям старения кристаллической решетки сажа также способна блокировать свободные радикалы, инициирующие окисление.

Применение защитных пленок и пропиток - широко распространенный метод защиты полимерных материалов и изделий из них при эксплуатации и хранении. Пленки и пропитки создают дополнительное поверхностное экранирование материалов от воздействия све-

та или доступа кислорода воздуха, в результате чего замедляются окислительные процессы. Одновременно защитные пленки уменьшают влагопоглощение полимерного материала, повышают механическую стойкость основного покрытия и в отдельных случаях ухудшают декоративные качества изделий.

Защитные пленки и пропитки наиболее широко применяют для дополнительной защиты резинотехнических изделий, лакокрасочных покрытий, электроизоляционных материалов в некоторых видах пластмасс.

## **6.6 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6**

### **Правила смешения цветов**

#### **6.1 Характеристики цвета**

Международной системой измерения предложено характеризовать цвет тремя колориметрическими величинами: цветовым тоном, чистотой цвета и светлотой.

В качестве примера возьмем пластину, окрашенную красной краской. Если в краску, которой была окрашена эта пластина, добавить немного белого пигмента, то краска будет более бледной. После каждого очередного добавления она будет становиться более бледной, пока не станет почти белой. Так можно получить несколько красных красок, имеющих один и тот же **цветовой тон** (красный), но отличающихся по степени их разбавления белым пигментом, т. е. по **светлоте**. Количество цветов одного и того же цветового тона безгранично, поскольку безгранична возможность добавления в исходную краску разного количества белого пигмента.

Цветовой тон и светлота не могут полностью характеризовать цвет. Если в исходную краску добавить серый компонент, то можно получить краску одинаковую с исходной по цветовому тону и светлоте, но отличающуюся по **чистоте цвета**.

Цветовой тон, чистота цвета и светлота являются основными характеристиками цвета, поскольку они совершенно точно определяют цвет. Малейшее отклонение хотя бы одной из этих характеристик влечет за собой отклонение в цвете.

#### **6.2 Смешение цветов**

В окружающем нас мире редко встречаются чистые (спектральные) цвета. Они не исчерпывают всего существующего разнообразия цветов. Чаще приходится иметь дело с их смесью. Полный набор существующих в природе цветов может быть получен при смешении

спектральных цветов между собой и с белыми и черными цветами в различных пропорциях.

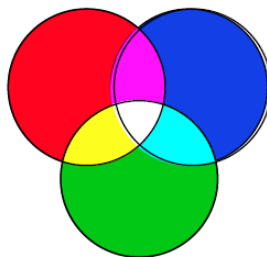
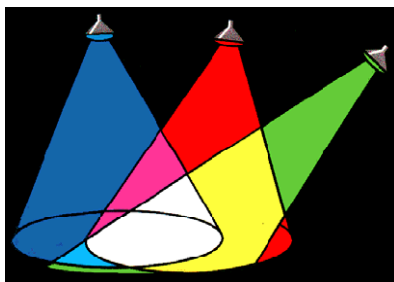
Прежде чем говорить о смешении цветов, определим, что такое смешение и каким оно бывает.

Под смешением цветов понимают явление образования новых цветов путем составления их из двух или нескольких других цветов.

Существует два способа смешения цветов.

**Аддитивным** смешением цветов называется способ, при котором образование различных цветов происходит в результате оптического смешения (сложения) двух или нескольких световых потоков. Первые опыты по аддитивному смешению цветов были проведены Ньютоном и Юнгом.

Рассмотрим пример. Возьмем три фонарика, установим на них красный, зеленый и синий светофильтры. Эти цвета выбраны потому, что они являются независимыми, так как ни один из этих цветов не может быть получен смешением двух других. Если пучки света от фонариков направить в одну точку, то там, где пучки перекрываются попарно, получаются желтый, голубой и пурпурный цвета. В центре же, где перекрываются все три пучка, получим пятно белого цвета. Такое смешение называется аддитивным, а способ образования цвета **способом сложения**.



*Рисунок 13 - Способ сложения цвета*

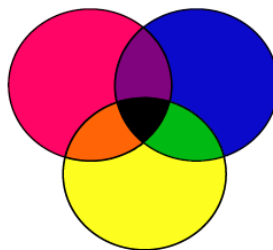
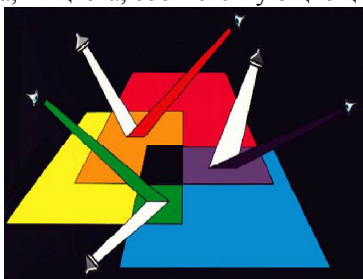
Другой способ смешения красок основан на процессе **вычитания** световых лучей.

Такое смешение называется **субтрактивным**. Образование цвета происходит вследствие избирательного поглощения части излучений из потока падающего на тело света.

Примером цвета, образованного по субтрактивному методу, является цвет, полученный при прохождении светового потока через несколько различно окрашенных сред. Каждое красящее вещество обладает определенными светопоглощающими свойствами. При прохо-

ждении через это вещество светового потока из него частично или полностью поглощается часть излучений.

Рассмотрим пример субтрактивного смешения цветов. Возьмем три светофильтра: красный, синий и желтый. Сложим эти светофильтры так, чтобы они частично перекрывали друг друга. Пропустим сквозь такую комбинацию светофильтров узкий пучок белого света и направим его на белый экран. На экране мы увидим следующую картину: в центре экрана черное пятно, так как там происходит наложение всех трех цветов, а в такой комбинации они не пропускают света. В тех местах, где светофильтры перекрываются попарно, мы получим оранжевый, зеленый и фиолетовый цвета. На периферии светофильтры не перекрывают друг друга, и мы видим красный, синий и желтый цвета, — цвета, соответствующие цветам взятых светофильтров.



*Рисунок 14 - Способ вычитания цвета*

Впервые проведя подобные опыты, Юнг показал, что вычитая из белого света соответствующие излучения, можно получить любые цвета. Поэтому такой способ образования цветов и называют **способом вычитания**. Субтрактивное образование цветов имеет место при окраске поверхности.

Рассмотрим, что происходит в краске, полученной в результате смешения цветных пигментов разных цветов. Такая краска представляет собой смесь одного или нескольких цветных пигментов со связующим, которое играет роль пленкообразователя. Предположим, что связующее бесцветно и прозрачно. Световой пучок при прохождении слоя краски будет встречать на своем пути частицы пигментов, из которых состоит краска. Проходя через частицы пигментов, световой поток будет частично поглощаться, а частично отражаться ими, но по-разному, в зависимости от физических свойств данного пигмента. Спектральный состав прошедшего через краску света изменится.

Однако цвет окрашенной поверхности не является результатом субтрактивного смешения цветов в чистом виде. Часть светового по-

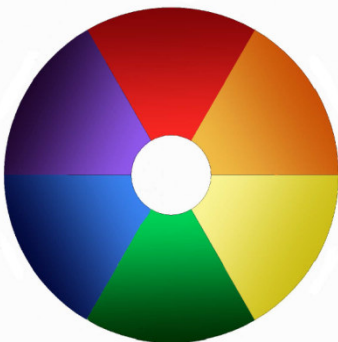
тока, попадая на поверхность эмали, частично отражается от нее без изменения цвета, т.к. связующее не является абсолютно прозрачным.

Цвет окрашенной поверхности образуется в результате оптического смешения светового потока, отраженного поверхностным слоем, и потока, вышедшего после прохождения слоя краски.

В качестве примера рассмотрим прохождение света через слой краски, состоящей из желтого и синего пигментов. Свет, падая на слой краски, частично отражается от ее поверхности. Остальная (значительная) часть падающего света проникает внутрь слоя, где поочередно попадает на частицы то одного, то другого пигмента. От частиц желтого пигмента отражаются лучи желтой и прилегающей к ней зеленой и оранжевой частей спектра, а от частиц синего пигмента — все лучи синей, зеленой и фиолетовой части спектра. Красные, оранжевые и желтые лучи поглощаются синими, а фиолетовые, синие и голубые — желтыми частицами. Останутся не поглощенными только зеленые лучи — их не поглощают ни те, ни другие пигменты. Этим и определяется зеленый цвет смеси желтого и синего пигментов.

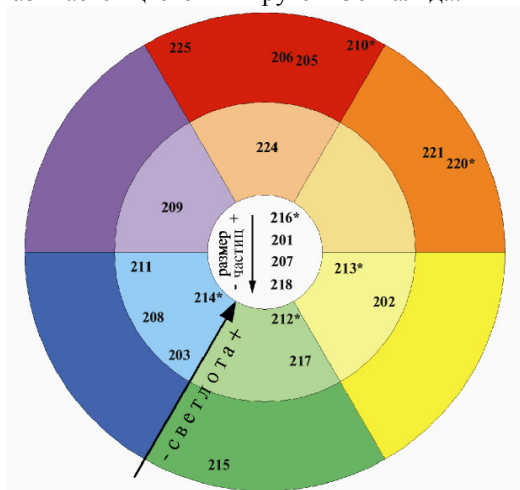
### **Цветовой круг**

В спектре, получаемом при разложении света, нет белых, черных и серых цветов, а также цветов, получающихся смешением в разных пропорциях спектральных и белого цветов. Кроме того, в спектре отсутствуют малиновый, вишневый, сиреневый и другие подобные цвета, называемые пурпурными. Полный набор встречающихся в природе цветов может быть получен при смешении спектральных цветов между собой в различных пропорциях, а также смешением спектральных цветов с ахроматическими (белым и серым).



*Рисунок 16 - Цветовой круг*

Пурпурные цвета могут быть получены смешением крайних в спектре цветов фиолетового и красного. Если в смеси фиолетовый цвет преобладает над красным, мы получаем сиреневые и вишневые цвета. Наоборот, когда красный цвет преобладает над фиолетовым, получаются малиновые тона. Пурпурные цвета замыкают разрыв между красными и фиолетовыми цветами, и вся палитра спектральных и чистых пурпурных цветов может быть представлена цветовым кругом. Такое расположение цветов по кругу впервые было предложено Ньютоном, но чаще называется цветовым кругом Остальда.



**Рисунок 17 - Круг Остальда**

Цветовой круг применим как для случая смешения монохроматических излучений, так и смешения излучений со сложным спектральным составом.

Из всех цветов на приведенном ниже рисунке показаны только основные цвета спектра: красный, оранжевый, желтый, зеленый, синий и фиолетовый. В действительности же нужно было бы представить цвета в виде непрерывной полосы, в которой имеется множество цветов, плавно переходящих один в другой.

С помощью цветового круга удобно определять результирующий цвет, который получается при субтрактивном смешении двух цветов (например, красок). Для этого необходимо мысленно провести прямую, соединяющую смешиваемые цвета. Точка, характеризующая результирующий цвет, будет лежать на этой прямой, а место ее распо-



ложения на прямой зависит от того, в какой пропорции смешиваются цвета.

### 6.3 Правила смешения цветов

Смешение цветов подчиняется законам, которые следует учитывать при колеровке:

1. При смешивании двух цветов получается цвет, расположенный между смешиваемыми на круге Оствальда. Например, красный+желтый=оранжевый.

2. Цвета, расположенные рядом на круге Оствальда, называются **партерскими**.

3. Чем ближе цвета расположены на круге Оствальда, тем более чистый цвет будет получен при их смешивании.

4. Цвета, расположенные напротив друг друга на круге Оствальда, называются **дополнительными**. Пары дополнительных цветов: красный и зеленый, фиолетовый и желтый, синий и оранжевый.

5. При смешивании дополнительных цветов получается грязный цвет.

### КРУГ ОСТВАЛЬДА ДЛЯ ПЕРЛАМУТРОВЫХ КОМПОНЕНТОВ

1. Во внешней части круга расположены **укрывистые перламутры**. Они имеют яркий и насыщенный цвет. Краски, в которые входят эти перламутры, имеют хорошую укрывистость и наносятся в два слоя (краска+лак).

2. В средней части круга расположены **прозрачные перламутры**. Они имеют легкий цветной оттенок. Если краска содержит много такого перламутра, то она имеет плохую укрывистость и наносится на подложку (3слоя=подложка+краска+лак).

3. В центре круга расположены белые перламутры. Они отличаются по размеру перламутровых частиц.

4. Компоненты, отмеченные звездочкой (\*) - это **ксираллики**. Это крупные перламутры, имеющие особую яркость.

### ПРАВИЛА КОЛЕРОВКИ КРАСКИ

#### Общие правила колеровки

1. При колеровке краски должны использоваться компоненты, входящие в состав краски по рецепту.

2. Использование компонентов, не входящих в состав краски по рецепту, может привести к метамерии быть причиной «нежелательного» флопа.

3. Количество компонентов, добавляемых при колеровке краски, должно быть минимальным.

4. Яркие краски получаются только, если при их колеровке использовались партнерские цвета.

5. Добавление в краску дополнительных цветов позволяет убрать из нее нежелательный оттенок, но делает краску грязней и может привести к метамерии.

6. После колеровки необходимо проверить краску на метамерию, т. е. сравнить конвейерную и ремонтную краски при всех имеющихся в лаборатории источниках света.

7. Краски (конвейерная и ремонтная) будут метамерными, т. е. одинаковыми при одном источнике света и разными при другом, если они состоят из разных цветных пигментов.

8. Колеровка должна производиться по цветовому тону, светлоте и чистоте цвета.

9. При колеровке не добавляйте одновременно несколько компонентов. После добавления одного компонента проверьте результат.

10. Желательно, чтобы количество компонента, добавляемого при колеровке, не превышало 10% от его исходного количества.

11. Цвет краски зависит от способа ее нанесения, поэтому перед покраской автомобиля маляр, который будет красить автомобиль, должен сделать тест-напыл.

### **Правила колеровки одноцветной краски**

1. При колеровке светлых красок используйте компоненты-тонеры.

2. Добавление в светлые краски белого компонента делает ее светлей.

3. Добавление белого компонента в яркие и темные краски делает их светлей и более мутными.

4. Для получения ярких цветов используйте для их рассветления компоненты того же цветового тона, что и краска, но более светлые. Например, темно-красную краску лучше рассветлять светло-красным компонентом.

5. Добавление в краску белого компонента не только рассветляет ее, но и изменяет цветовой тон: красные съсъсъсъсъкраски становятся холодней, а синие — теплей и т. д.

6. Для рассветления темной краски в нее может быть добавлен белый компонент, но в небольшом количестве.

7. Черные компоненты, имеющие одинаковую насыщенность, отличаются по оттенку.

8. Одноцветные краски при высыхании темнеют.

### **Правила колеровки эффектной краски**

1. При колеровке обращайте внимание на фейс- и флоп-тон краски.

2. Колеровку металликов начинайте с выбора серебра.

3. Светлить металлики можно только серебром.

4. Серебро различается по размеру и форме частиц.

5. Серебро, имеющее правильную форму частиц (частицы гладкие и ровные, как маленькие зеркала), делает краску особенно яркой и насыщенной. Такое серебро называется «серебряный доллар».

6. К серебру, имеющему частицы правильной формы, относятся 136, 132, 131, 138.

7. К обычному серебру относятся 135, 137, 133, 130.

8. Замена обычного серебра на «серебряный доллар» дает светлый блик в тоне, промежуточном между фейс- и флоп-тоном.

9. Самые яркие и насыщенные цвета получаются при использовании крупного серебра правильной формы.

10. Чем мельче серебро, тем больше оно осветляет флоп.

11. Чем крупней серебро, тем темней у него флоп.

12. Если при добавлении серебра краска становится серой и грязней, то для ее осветления добавьте нее крупный белый перламутр.

13. Цвет металликам придают прозрачные компоненты.

14. Добавление прозрачных компонентов может по-разному влиять на ее фейс- и флоп-тон (см. описание компонентов).

15. Непрозрачные компоненты добавляются в небольшом количестве для изменения флоп-тона.

16. Колеровка флоп-тона производится по цветовому тону, светлоте и чистоте.

17. Если непрозрачные компоненты добавляются в количестве более 5%, то изменяется ее фейс-тон, а серебро становится менее заметным.

18. Добавление белого компонента 110 осветляет флоп-тон. Фейс-тон становится грязней.

19. Добавление в металлики добавки 177 осветляет флоп-тон и укрупняет серебро.

20. Существует три способа осветления флоп-тона: добавление белого компонента, добавление добавки 177 и замена крупного серебра на мелкое.

21. Замена черных компонентов 111 и 155 на 103 позволяет получить более светлый флоп.

22. Самый темный флоп имеет краска, в которую входит черный 155 компонент.

23. Белый компонент 151 придает перламутровый эффект: голубой флоп, а фейс - желтый.

### **Особенности колеровки перламутровой краски**

1. Принципы колеровки перламутровой краски такие же, как и металликов.

2. В перламутровые краски входит, как правило, от 10 до 20% перламутрового пигмента.

3. Перламутровые краски можно колеровать и базисными, и перламутровыми компонентами.

4. Перламутры делятся на прозрачные и укрывистые.

5. Прозрачные перламутры - это чисто белые перламутры и белые перламутры с легким цветным оттенком.

6. Если прозрачный перламутр добавляется в краску, то он делает ее светлей, а если он имеет цветной оттенок, то делает краску светлей и влияет на ее цветовой тон.

7. Если в состав краски входит много прозрачного перламутра, то краска получается прозрачная и под нее нужна подложка. В этом случае краска наносится в три слоя: подложка+краска+лак.

8. Укрывистые перламутры имеют яркий насыщенный цвет.

9. Добавление укрывистого перламутра делает ее насыщенной и ярче.

10. Если краска темная, то добавление в нее укрывистого перламутра делает краску светлей.

11. Если в состав краски входит и серебро, и перламутр, то осветлить краску можно и серебром, и перламутром. Но добавление серебра делает краску серей и грязней, а добавление в нее перламутра делает ее ярче.

## **6.7 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7**

### **Подбор краски**

Обязательным условием подбора краски является наличие оригинальной детали окрашиваемого автомобиля в лаборатории. По какой детали производить подбор цвета?

При выборе детали необходимо учитывать, что

- горизонтальные поверхности автомобиля больше выгорают на солнце;

- темные поверхности больше выгорают, чем светлые;

- автомобиль может быть перекрашен.

По этим причинам, чтобы исключить ошибки при подборе, краску желательно подбирать по детали, расположенной рядом с ремонтируемой. Если это невозможно, сравните, совпадает ли деталь, по которой Вы хотите производить подбор цвета, с деталью, расположенной рядом с ремонтируемой.

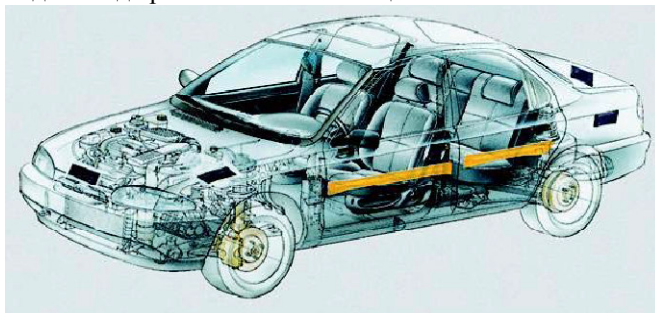
После выбора детали:

1. Очистите поверхность выбранной детали (лучше не всю, а ее часть) с помощью шлифовальной (если автомобиль светлый) или полировальной (если автомобиль темный) пасты.



2. Убедитесь в том, что автомобиль не был перекрашен (наличие характерных дефектов на поверхности).

3. Найдите код краски или название цвета на автомобиле.



4. Найдите в цветовом каталоге образец, соответствующий данному коду (или названию) краски, и посмотрите, нет ли у данного цвета оттенков. В том случае, если есть оттенки, подойдите к автомобилю с веером из каталога оттенков и выберите оттенок, который является самым близким по цвету.



5. Найдите в программе рецепт приготовления краски выбранного оттенка.

6. Начинайте работу с рецептом краски с его анализа (разговор с цветом). С помощью веера **МIX** определите, какие цветные компоненты входят в состав краски. Сравнивая цветовой образец в каталоге с оригинальной деталью, выскажите свои предположения по поводу изменения исходного рецепта. При подборе краски металлик анализ начинайте с оценки правильности выбора серебра: если вид серебра или его количество вызывают у Вас сомнения, то налейте не все предлагаемое по рецепту количество, а меньше, например, половину и сравните получившуюся краску с оригинальной деталью. Краска получится темней, но так Вы сможете проверить правильность сделанного Вами выбора серебра. Так же можно поступить и с другими компонентами.

7. Начать нужно с приготовления минимального (50 или 100 мл) объема краски точно по рецепту, после этого посмотреть, что получится, и только затем приготовить остальной объем.

8. Поставьте пустую банку, в которой будете готовить краску, на весы, налейте в нее немного растворителя и смочите им стенки банки. Это облегчит в дальнейшем перемешивание краски - она не будет «прилипать» к стенкам банки.

9. Не забудьте, что компоненты, из которых готовится краска, должны перемешиваться два раза в день (утром и в обед) по 15 минут.

10. Взвесьте указанные в рецепте компоненты на электронных весах с учетом проведенного анализа (п.6).



11. Краску в банке тщательно перемешайте с помощью шпателя. Особенно тщательно перемешайте слои краски, прилежащие к стенкам банки.

12. Нанесите тонкий слой краски на тест-карту с помощью шпателя. Образец не должен быть очень маленьким: чем больше образец, тем более явной становится разница в оттенках, если она существует. Минимальный размер образца 5x5 см.



Если образец большой, то на него трудно нанести ровный и тонкий слой краски.

#### **Если Вы готовите акриловую краску:**

13. Образец высушите. Для ускорения сушки образцов можно пользоваться обыкновенным бытовым нагревателем или специально предназначенной для этого печкой. Температура сушки не должна превышать 60° С. Печка для сушки образцов удобна тем, что в ней можно регулировать температуру нагрева, а образцы при этом будут обдуваться воздухом, поток которого также можно регулировать. После того как первый слой подсохнет (примерно через 5 минут), нанесите второй. Если краска полностью укрыла пластину (тест-карту), то можно проводить сравнение. Сравнение образца и оригинальной дета-

ли производите при «правильном» освещении (см. требования к лаборатории).

14. При необходимости краску надо отколеровать.

**Если Вы готовите краску металлик или перламутр:**

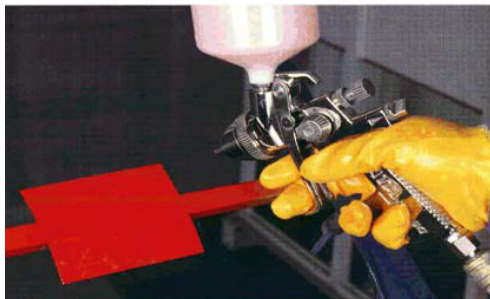
15. Образец высушите и нанесите второй слой краски. Сравните образец с оригинальной деталью, пока краска «сырая». Сравните краску по фэйс- и флоп-тону.



16. Если Вы готовите краску Basislack Uni (без серебра), то второй слой краски тоже высушите, покройте образец сверху бесцветным лаком и такой образец сравните с оригинальной деталью.

17. Если краску надо отколеровать, то начинайте с колеровки фэйс-тона.

**18. Окончательное сравнение производите только после нанесения краски пистолетом.**



19. Пластины с нанесенной на нее пистолетом краской оставьте для своей картотеки.

С обратной стороны пластины запишите рецепт, по которому краска была приготовлена, номер машины и фамилию клиента. Эта картотека будет постоянно пополняться и со временем Вам очень поможет, т. к. образцы Тс<02460в этой картотеке сделаны Вашими пистолетом и Вашей рукой, что гарантирует 100%-ную воспроизводимость.





20. В случае необходимости предложите произвести выравнивание цветового оттенка с помощью техники плавного перехода.

### **У ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ ПРОГРАММА КУРСА**

1. Требования, предъявляемые к кузовным материалам.
2. Какую роль играет алюминий в кузовных материалах?
3. Какую роль играет хром, цинк при антикоррозионных покрытиях листового материала?
4. В чем сущность гальванического покрытия?
5. В чем сущность горячецинкового проката?
6. Достоинства микролегированных сталей.
7. Сущность комбинированного кузова?
8. Что собой представляет демпфирующая листовая сталь?
9. Что называют композиционным материалом?
10. Какова структура КМ?
11. Какие существуют упрочнители?
12. Что знаете о полиармированных и полиматричных КМ?
13. Какие КМ называют гибридными?
14. Какие строения и свойства у гибридного алюмополимерного КМ?
15. Особенности КМ с нульмерными упрочнителями.
16. Каким образом получают ДУКМ?
17. Достоинства и недостатки ДУКМ.
18. Что такое САП и какова его структура?
19. Что такое САС и технология его получения?
20. Какими волокнами армируют КМ?

21. Как изменяется степень упрочнения при изменении отношения длины к диаметру?
22. Какова роль матрицы КМ при усталостных нагрузках?
23. Что такое «вискеризация» и какова ее роль?
24. Расскажите о достоинствах и недостатках КМ с неметаллической матрицей.
25. Какими свойствами и структурами обладают углеволокниты и боро-волокниты?
26. Для чего вводят в матрицу ионы металлов?
27. Каковы свойства стекловолокнитов?
28. Какими свойствами обладают органо-волокниты?
29. Расскажите достоинства и недостатки керамических КМ.
30. Каковы достоинства и недостатки эпоксидных матриц?
31. Что такое «керметы»?
32. Какие материалы называют пластмассами?
32. Какие компоненты входят в их состав?
33. Как классифицируются пластмассы?
34. Какие пластмассы нашли наибольшее применение в конструкции автомобилей?
35. Что такое реактопласты?
36. Каковы их свойства?
37. Чем отличаются между собой термопластичные и терморезистивные пластмассы?
38. Что представляет собой эмаль.
39. Состав и структура эмали.
40. Лак и его структура.
41. Аэрозольные эмали и лаки.
42. Роль керамики в составе лаков.
43. Технология нанесения лаков на поверхность изделия.

44. Какова роль лакокрасочных материалов в автомобилестроении?
45. Что представляют собой растворители и отвердители?
46. Какие предъявляют требования к растворителям и отвердителям?
47. Для каких целей используют отвердители?
48. Каков состав отвердителей?
49. Какими свойствами обладают растворители?
50. Каков состав растворителей?
51. Что называют шпатлевками?
52. Какими свойствами обладают шпатлевки?
53. Из каких компонентов состоят шпатлевки?
54. Какую систему называют клеями?
55. Как подразделяют клеи?
56. Какие клеи получили наибольшее применение в автомобилестроении?
57. Что представляет собой модифицированный клей?
58. Свойства обивочных материалов.
59. Требования, предъявляемые к обивочным материалам.
60. Структура обивочных материалов.
61. Какие существуют стекла?
62. Требования, предъявляемые к стеклам?
63. Тонированные стекла.
64. Безопасность стекол.
65. Сущность конструкции энергопоглощения при ДТП.
66. Высокопрочные материалы в кузовных элементах.
67. Шумоизолирующие материалы.
68. Виброизолирующие материалы.
69. Световозвращающие материалы.
70. Требования, предъявляемые к шумо- и виброзащитным материалам.
71. Требования, предъявляемые к световозвращающим материалам.
72. Классификация конструкционных материалов.
73. Строение конструкционных материалов.

74. Физико-механические свойства конструкционных материалов.
75. Кривая растяжения материалов. Характерные точки.
76. Твердость материалов. Методы измерения твердости.
77. Сталь. Классификация сталей. Маркировка сталей. Свойства сталей.
78. Чугун его свойства. Классификация чугунов. Маркировка чугунов.
79. Цветные металлы и сплавы. Сплавы алюминия. Классификация. Их свойства. Маркировка.
80. Сплавы меди. Классификация. Их свойства. Маркировка.
81. Титан и его сплавы. Маркировка. Классификация.
82. Магний и его сплавы. Классификация. Маркировка.
83. Баббиты. Их свойства. Назначение. Маркировка.
84. Неметаллические конструкционные материалы. Классификация. Свойства.
85. Пластмассы. Свойства. Состав.
86. Резина. Свойства. Состав.
87. Неорганические конструкционные материалы. Классификация. Свойства.
88. Композиционные конструкционные материалы. Состав. Классификация. Свойства.

## VI ПРИМЕРНЫЕ ТЕСТЫ ПО КУРСУ

1. К сталям относятся сплавы железа с углеродом, содержание которого в сплаве составляет

- |              |              |
|--------------|--------------|
| а) до 1,5%;  | г) до 3,0%;  |
| б) до 2,0%;  | д) до 3,14%. |
| в) до 2,14%; |              |

2. Классификация стали по назначению

- а) спокойные, полуспокойные, кипящие;  
б) низко-, средне-, высокоуглеродистые;

в) конструкционные, инструментальные, стали и сплавы с особыми физическими свойствами;

г) низколегированные, среднелегированные и высоколегированные;

д) обыкновенного качества, качественные, высококачественные и особовысококачественные.

3. Количество примесей серы и фосфора, содержащихся в углеродистых сталях

а) до 0,015%S, и 0.025%P; г) до 0,025S % и 0,015%P;

б) до 0,04S% и 0,035%P; д) до 0,025S % и 0,025%P.

в) до 0,06S% и 0,07%P;

4. Стали, относящиеся к низкоуглеродистым, содержат углерод в количестве

а) от 0,60% до 0,85%; г) до 0,15%;

б) от 0,30% до 0,55%; д) до 0,10%.

в) до 0,25%;

5. Классификация легированных сталей по назначению

а) конструкционные легированные стали, инструментальные стали, стали и сплавы с особыми химическими свойствами;

б) конструкционные легированные стали, качественные стали и высоколегированные стали;

в) низколегированные стали, среднелегированные стали и высоколегированные стали;

г) конструкционные стали, инструментальные стали, стали и сплавы с особыми физическими свойствами;

д) спокойные стали, полуспокойные стали, кипящие стали.

6. К низколегированным сталям относятся стали, в которых суммарное содержание легированных элементов составляет

а) не более 1%; г) от 2,5 до 10%;

б) на более 1,5%; д) более 10%.

в) не более 2,5%;

7. Критерием для классификации сталей по качеству является

- а) степень раскисления стали;
- б) степень легирования стали;
- в) содержание углерода в стали;
- г) содержание серы и фосфора в стали;
- д) содержание марганца и кремния в стали.

8. В сталях, относящихся к среднеуглеродистым, содержится углерода в количестве

- а) от 0,60 до 0,85%;
- б) до 0,25%;
- в) до 0,15%;
- г) от 0,30 до 0,55%;
- д) до 0,10%.

9. Буква "А" в середине обозначения марки стали указывает

- а) на высококачественную сталь;
- б) на содержание азота в стали;
- в) на автоматную сталь;
- г) на углеродистую сталь;
- д) на сталь обыкновенного качества.

10. Марка углеродистой качественной стали

- а) 40Х;
- б) 45;
- в) У12А;
- г) ШХ15;
- д) ВСт3пс.

11. Марка углеродистой стали обыкновенного качества

- а) 30ХГСА;
- б) У10А;
- в) ВСт3сп2;
- г) 15ХФ4;
- д) 40.

12. В сталях, относящихся к высокоуглеродистым, содержится углерода в количестве

- а) до 0,15%;
- б) более 0,85%;
- в) до 0,25%;
- г) от 0,30 до 0,55%;
- д) от 0,60 до 0,85%.

13. Количество углерода в стали 50

- а) 0,05%;
- б) 0,5%;
- в) 0,005%;
- г) 5%;
- д) 50%.

14. Количество углерода в стали У12А

- а) 0,012%;
- б) 0,12%;
- в) 1,2%;
- г) 12%;
- д) более 0,12%.

15. Количество легирующих элементов в стали Х12Н12Т

- а) Cr = 0,12%, Ni = 1.2%, Ti > 1%;
- б) Cr = 1.2%, Ni = 1.2%, Ti < 1%;
- в) Cr = 12%, Ni = 12%, Ti до %;
- г) Cr = 12%, Ni = 12%, Ti до 10%;
- д) Cr = 1.2%, Ni = 0.12%, Ti до 1%.

16. К чугунам относятся сплавы железа с углеродом, содержащие углерод в количестве

- а) более 2,14%;
- б) более 3,14%;
- в) менее 2,14%;
- г) менее 3,14%;
- д) до 1,14%.

17. Маркировка серого чугуна

- а) СЧ 35;
- б) КЧ 37-12;
- в) АЧК-1;
- г) ВЧ 85;
- д) СЧ 35-10.

18. Цифры в марке ковких чугунов обозначают

- а) временное сопротивление в МПа и относительное удлинение в %;
- б) временное сопротивление в Па и относительное удлинение в %;
- в) временное сопротивление в МПа и абсолютное удлинение в мм.;

- г) количество углерода и легирующих элементов в чугунае;
- д) временное сопротивление и количество углерода в чугунае.

19. Число в марке высокопрочного чугуна обозначает

- а) временное сопротивление в МПа;
- б) временное сопротивление в Па;
- в) относительное удлинение в %;
- г) предел текучести в МПа;
- д) абсолютное удлинение в мм.

20. Маркировка высокопрочного чугуна

- а) ВЧ 50;
- б) ЧВ 50;
- в) ВЧ 50-20;
- г) СЧ 30-12;
- д) ЧК 50.

21. Маркировка антифрикционного серого чугуна

- а) АЧВ-2;
- б) АЧС-1;
- в) АЧК-2;
- г) ЧХ 32;
- д) АЧВ-6.

22. Силумины – сплавы алюминия с

- а) медью;
- б) марганцем;
- в) кремнием;
- г) марганцем и медью;
- д) магнием и медью.

23. Дуралюмины – сплавы алюминия с

- а) марганцем;
- б) магнием;
- в) медью;
- г) кремнием;
- д) марганцем и кремнием.

24. Латунь – сплав меди с

- а) цинком;
- б) магнием;
- в) железом;
- г) оловом;
- д) железом и оловом.





- б) расчет количество зародышей и меньший размер зерен;
- в) уменьшается количество зародышей и размер зерен.

33. Введение модификаторов в металлы служит:

- а) для уменьшения размеров зерен;
- б) для увеличения размеров зерен;
- в) для совершенствования формы зерен.

34. Горячая механическая обработка металлов (ковка, прокат и т.д.) приводит к тому, что:

- а) меняется форма зерен металлов;
- б) зерна металлов плотнее прессуются друг с другом;
- в) создается упорядоченная структура расположения зерен металла.

35. Сплав считается металлическим, если металлическая компонента составляет:

- а) более 50%;                      б) более 70%;                      в) более 80%

36. Какие металлические сплавы не используются в автомобильной промышленности::

- а) химические соединения;                      в) твердые растворы.
- б) смеси зерен;

37. Содержание углерода в стали:

- а) до 1,5%;                      б) до 2,14%;                      в) до 4%.

38. Качественные стали содержат примесей:

- а) S –до 0,06%; P – до 0,07%;
- б) S –до 0,04%; P – до 0,035%;
- в) S –до 0,025%; P – до 0,025%.

39. Процесс раскисления стали - это:

- а) удаление кислорода из жидкого металла;
- б) внедрение кислорода в жидкий металл;
- в) создание окислов металлов при кристаллизации.

40. Углеродистые стали бывают:

- а) спокойные и полуспокойные;
- б) кипящие, спокойные и полуспокойные;
- в) кипящие и полуспокойные.

41. Низкоуглеродистые стали обладают свойствами:

- а) мягкие, пластичные, хорошо деформируются в холодном и горячем состоянии;
- б) хорошие прочностные свойства, небольшая пластичность и вязкость;
- в) высокая прочность, низкая пластичность и вязкость, хрупкость.

42. Среднеуглеродистые стали обладают свойствами:

- а) мягкие, пластичные, хорошо деформируются в холодном и горячем состоянии;
- б) хорошие прочностные свойства, небольшая пластичность и вязкость;
- в) высокая прочность, низкая пластичность и вязкость, хрупкость.
- в) аналог.

43. Высокоуглеродистые стали обладают свойствами:

- а) мягкие, пластичные, хорошо деформируются в холодном и горячем состоянии;
- б) хорошие прочностные свойства, небольшая пластичность и вязкость;
- в) высокая прочность, низкая пластичность и вязкость, хрупкость.

44. Охарактеризовать сталь марки ВСт 4 Гсп 4:

- а) сталь с заданными механическими свойствами, химический состав соответствует марке стали 4, повышенное содержание добавки - германия, сталь прокатная, четвертая категория качества по содержанию примесей;

б) сталь с заданными химическими свойствами, механические свойства соответствует марке стали 4, пониженное содержание добавки - марганца, сталь полуспокойная, четвертая категория стали по содержанию кремния;

в) сталь с заданными механическими и химическими свойствами, содержание углерода соответствует марке стали 4, повышенное содержание добавки - марганца, сталь спокойная, четвертая категория по содержанию кремния.

45. Охарактеризовать сталь марки 15 кп Г:

а) низкоуглеродистая сталь высокой пластичности со средним содержанием углерода 1,5%, ковкий прокат, добавка - германий;

б) низкоуглеродистая сталь невысокой пластичности со средним содержанием углерода 0,15%, кипящая, добавка – марганец;

в) среднеуглеродистая сталь невысокой пластичности со средним содержанием углерода 1,5%, ковкий прокат, добавка - магний.

46. Охарактеризовать сталь марки А 14 С:

а) сталь автоматная со средним содержанием углерода 0,14%, добавка - свинец;

б) сталь высшего качества, со средним содержанием углерода 0,14%, добавка - кремний;

в) сталь армированная, со средним содержанием углерода 1,4%, армирующий материал - сиккативы.

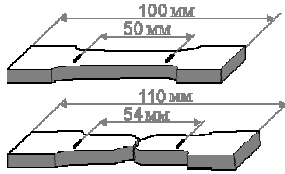
47. Охарактеризовать чугун марки В Ч 30-6:

а) серый чугун с пределом прочности 300МПа и относительным удлинением 6%;

б) высококовкий чугун с содержанием углерода 3%, с графитовыми включениями до 0,6мкм;

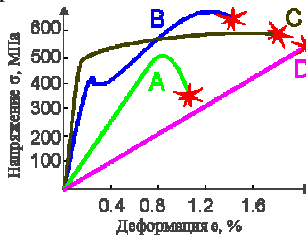
в) высококовкий чугун с содержанием углерода 3%, с пределом прочности 600 МПа.

48. Существуют необратимые пластические деформации в разрушенном образце. Деформация в образце равна



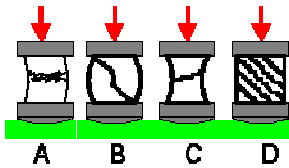
- а) 4 mm                      в) 10 mm                      с) 6.5 mm  
 д) 4 %                      е) 10 %                      ж) 8 %

49. Четыре образца из различных материалов нагружены с одинаковой скоростью (деформации). В каком материале пластические деформации появляются раньше?



- а) А                      б) С                      в) В                      г) D

50. Какая форма и тип разрушения характерны для углеродистой стали?



- а) А                      б) С                      в) В                      г) D

51. Предел текучести это

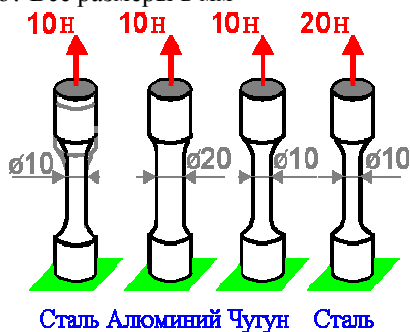
а) напряжения, при которых проявляются специфические предельные отклонения от пропорциональности между напряжениями и деформациями

б) напряжения, при которых произойдет разрушение в испытании на ползучесть

в) максимальные напряжения, которые материал может выдержать при испытании на растяжение

г) отношение напряжений к соответствующим деформациям при растяжении

52. Для какой ситуации перемещение верхнего конца максимально? Все размеры в мм



- а) сталь      б) алюминий      в) чугун      г) сталь (20Н)

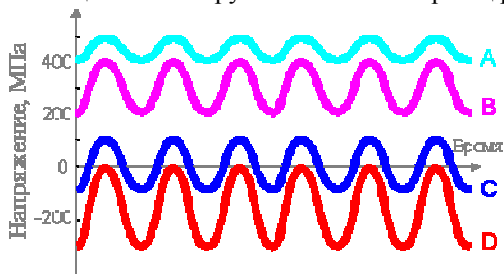
53. Выберите материал с максимальным удлинением для поковок.

- а) Сталь 1040 , закалка  
б) Сталь 1040 , отжиг  
в) Титановый сплав R56400  
г) Ковкий чугун, перлитный  
е) Литой чугун, ферритный

54. Определение твердости по Роквеллу. Какое утверждение не верно?

- а) Тело внедрения - алмазный сферический конус.  
б) Угол конуса больше 90°.  
в) Сталь обычно тверже, чем алюминиевый сплав.  
г) Твердость по Роквеллу - отношение прикладываемой нагрузки к площади поверхности отпечатка.

55. Четыре образца, изготовленные из одной стали, нагружены различными циклами нагрузений. Какой образец разрушится первым?

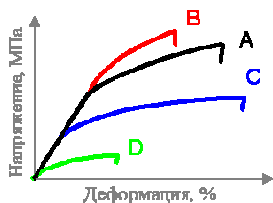


- а) А      б) С      в) В      г) D

56. Выберите материал с наименьшей стоимостью, который был бы легче, чем титан.

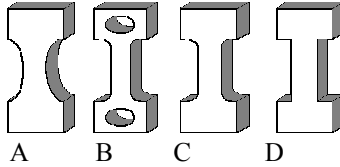
- а) Бериллиевый сплав  
 б) Ковкий чугун 60-40-18  
 в) Жаропрочный алюминиевый сплав 6066-T6  
 г) Никель 200  
 д). Латунь С23000-Н00 85Cu - 15Zn

57. Автомобиль был построен 50 лет назад. Сталь, из которой он был изготовлен, имела диаграмму напряжения-деформации выраженную кривой А. Коррозия не повлияла на сталь. Испытания провели снова. Как изменилась диаграмма напряжения-деформации, если вообще изменилась?

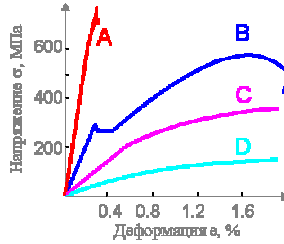


- а) А      б) С      в) В      г) D

58. Выберите наилучшую форму образца для испытаний на растяжение.

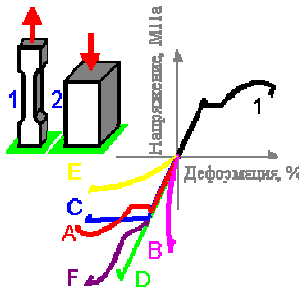


59. Какая диаграмма напряжения-деформация более типична для углеродистой стали ?



- а) А      б) С      в) В      г) D

60. 1 - Диаграмма деформации при растяжении. Какая диаграмма более реалистична для второго образца из малоуглеродистой стали при сжатии?

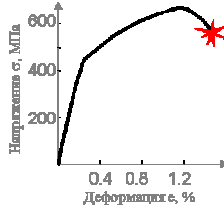


- а) А      б) С      в) В      г) D      д) F

3.2.2 Продвинутый (реконструктивный) уровень освоения компетенций: ПК-10; ПК-43

61. Предел прочности равен





- а) 450 МПа                      б) 550 МПа                      в) 650 МПа  
 г) 0.2 %                          д) 1.2 %                          е) 1.5 %

62. Какой процесс повышает пластичность углеродистой стали?

- а) Холодная обработка    б) Закалка в масле    в) Отжиг  
 г) Ковка

63. Выберите материал, который тверже и прочнее, чем отожженная углеродистая сталь.

- а) Алюминиевый сплав    б) Промышленные керамики    в) Серебро  
 г) Оконное стекло            д) Шелк                                      е) Олово

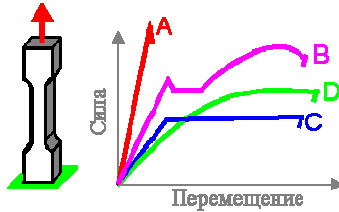
64. Выберите материал с наибольшим отношением предел выносливости / предел прочности

- а) Алюминиевый сплав    б) Промышленные керамики    в) Нержавеющая сталь  
 г) Латунь                      д) Чугун                                      е) Титановый сплав

65. Выберите материал с наименьшей стоимостью, у которого модуль упругости находится в пределах 111 - 222 ГПа.

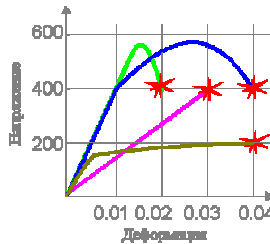
- а) Алюминиевый сплав    б) Свинец                      в) Нержавеющая сталь  
 г) Латунь                      д) Чугун                      е) Титановый сплав

66. Какая диаграмма более типична для керамика TiC ?



- а) А      б) С      в) В      г) D

67. Четыре образца из различных материалов нагружены с одинаковой скоростью деформации. При каком уровне деформаций произошло первое разрушение?



- а) 0,2 %      б) 0,4%      в) 2%      г) 4%

68. Какой материал имеет лучшее соотношение жесткости и малого веса (наибольшее отношение жесткость / плотность)?

- а) Алюминиевый сплав      б) Эпоксидная смола  
в) Нержавеющая сталь      г) Латунь  
д) Чугун      е) Титановый сплав

69. Какой параметр углеродистой стали достаточно уменьшается если температура испытания уменьшается до  $-200^{\circ}\text{C}$  ?

- а) долговечность      б) предел текучести      в) модуль Юнга  
г) предел прочности

70. Выберите самый твердый материал из списка

- а) Алюминий      б) Свинец      в) Золото  
г) Латунь      д) Серебро      е) Сосна

71. Заготовка из какого материала имеет лучшую прочность при растяжении?

- а) Титановый сплав, площадь поперечного сечения  $0,01 \text{ м}^2$
- б) Закаленная легированная сталь, площадь поперечного сечения  $0,02 \text{ м}^2$
- в) Алюминиевый сплав, площадь поперечного сечения  $0,03 \text{ м}^2$
- г) Стекло, площадь поперечного сечения  $0,04 \text{ м}^2$
- д) Сосна, площадь поперечного сечения  $0,05 \text{ м}^2$

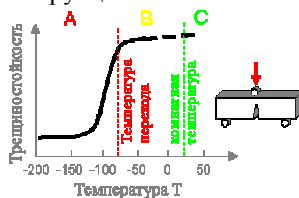
72. Модуль упругости (модуль Юнга) это:

- а) упругая компонента истинных деформаций
- б) отношение напряжений к соответствующим деформациям ниже точки текучести при испытании на растяжение
- в) нагрузка, при которой происходит разрушение
- г) отношение деформаций к соответствующим напряжениям ниже точки текучести при испытании на растяжение

73. Пластичность это

- а) способность материала пластически деформироваться перед разрушением.
- б) пригодность материала для обработки прокаткой.
- в) предел текучести ковкого чугуна.

74. Какое значение температуры эксплуатации ведет к хрупкому разрушению в стальной конструкции?



- а) А
- б) С
- в) В

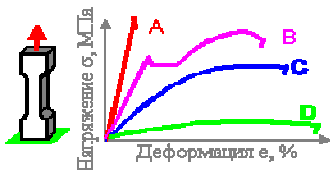
75. Выберите материал с наименьшим весом, чей предел выносливости выше  $300 \text{ МПа}$

- а) Алюминиевый сплав   б) Свинец   в) Нержавеющая сталь  
 г) Латунь   д) Чугун   е) Титановый сплав

76. Заготовка из какого материала имеет лучшую прочность при растяжении?

- а) Титановый сплав, площадь поперечного сечения  $0,01 \text{ м}^2$   
 в) Закаленная легированная сталь, площадь поперечного сечения  $0,02 \text{ м}^2$   
 г) Алюминиевый сплав, площадь поперечного сечения  $0,03 \text{ м}^2$   
 д) Стекло, площадь поперечного сечения  $0,04 \text{ м}^2$   
 е) Сосна, площадь поперечного сечения  $0,05 \text{ м}^2$

77. Какая диаграмма типична для алмаза?



- а) А   б) С   в) В   г) D

78. Какая характеристика имеет большую величину для углеродистой стали?

- а) Сопротивление усталости  
 б) Предел прочности на растяжение  
 в) Предел текучести  
 г) Модуль Юнга

79. Выберите самый мягкий материал из перечисленных.

- а) Стекло.  
 б) Сталь, холодное волочение.  
 в) Никель.  
 г) Титан.  
 д) Инструментальная сталь.

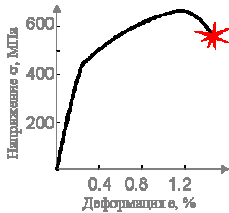
80. Какая характеристика имеет наименьшее значение?

- а) Предел выносливости, испытание при комнатной температуре
- б) Предел выносливости, испытание при 400°C
- в) Предел текучести, испытание при комнатной температуре
- г) Предел текучести, испытание при 400°C

81. Напряжение это:

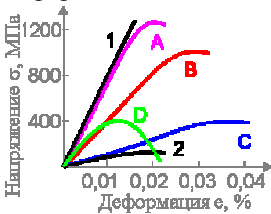
- а) сила на единицу объема.
- б) отношение прикладываемой силы к длине образца.
- в) нагрузка при которой происходит разрушение (в единицах силы).
- г) сила на единицу площади (мегапаскали).

82. Предел прочности равен



- а) 450 МПа
- б) 550 МПа
- в) 650 МПа
- г) 0.2 %
- д) 1.2 %
- е) 1.5 %

83. Кривые 1 и 2 - диаграммы напряжения-деформация для матрицы и волокон композиционного материала. Объемная доля волокон в композите равна 50%. Выберите наиболее точную диаграмму напряжения-деформация для композита.



- а) А
- б) С
- в) В
- г) D

84. Испытания на растяжение углеродистых сталей. Какое утверждение неверно ?

- а) Удлинение уменьшается когда температура испытаний уменьшается.
- б) Удлинение уменьшается когда скорость деформирования уменьшается.
- в) Удлинение уменьшается когда образец подвергается закалке.
- г) Удлинение увеличивается когда образец подвергается отпуску.

85. Выберите самый твердый материал из списка.

- а) Алюминиевый сплав
- б) Свинец
- в) Нержавеющая сталь
- г) Латунь
- д) Чугун
- е) Титановый сплав

86. Какая характеристика имеет наименьшее значение?

- а) Предел выносливости, испытание при комнатной температуре
- б) Предел выносливости, испытание при 400°C
- в) Предел текучести, испытание при комнатной температуре
- г) Предел текучести, испытание при 400°C

87. Выберите материал с наименьшей стоимостью, пластичность которого, определяемая удлинением, выше, чем у серого чугуна.

- а) Алюминиевый сплав 6061 T651
- б) Латунь 70-30
- в) Малоуглеродистая сталь
- г) Титан
- д) Молибден

88. Механические свойства конструкционных материалов это...

- а) все свойства материалов, используемых в механических частях конструкций.
- б) те свойства материалов, которые связаны с их реакцией на прикладываемые нагрузки.
- в) все свойства машин.

г) те свойства материалов, которые связаны с упругой реакцией на прикладное усилие.

89. Выберите наиболее хрупкий материал.

- а) Алюминиевый сплав 1100 H14
- б) Нейлон
- в) Керамика : карбид титана TiC
- г) Углеродистая сталь 1020 , прокат

90. Выберите материал , который мягче и гибче, чем чистый алюминий

- а) Бетон
- б) Оконное стекло
- в) Ковкий чугун
- г) Никель
- д) Термопластики
- е) Титан

91. Выберите одну неправильную формулировку.

- а) Деформация - изменение на единицу длины в исходном размере, вызванное силой.
- б) Деформация - увеличение объема, вызванное силой.
- в) Деформация - безразмерная величина.
- г) Деформация может быть измерена в процентах.

92. Какой материал прочнее (имеет больший предел прочности на растяжение) ?

- а) Алюминиевый сплав
- б) Латунь
- в) Бетон
- г) Малоуглеродистая сталь
- д) Нейлон

е) Нержавеющая жаропрочная сталь

93. Какой материал имеет наибольшее значение предела выносливости?

- а) Алюминиевый сплав 6061
- б) Титановый сплав R56400
- в) Полиэтилен
- г) Чугун

94. Выберите тип волокна для композита с наименьшей стоимостью.

- а) Борное
- б) Углеродное
- в) Стекло
- г) Кевлар 49



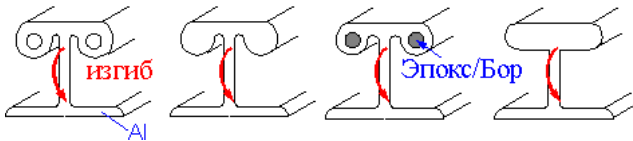
95. Конструкция работает при упругих деформациях. Выберите наиболее жесткий материал

- а) Бетон
- б) Стекло
- в) Нейлон
- г) Сосна

96. Какой из образцов наиболее прочный?

- а) Стекловолокно, диаметром 7 микрон.
- б) Волокно графита, диаметром 7 микрон.
- в) Графитовый грифель, диаметром 300 микрон.
- г) Волокно бора, диаметром 140 микрон

97. Все представленные образцы имеют одинаковый вес и габаритные размеры. Какой образец обладает наиболее высокой жесткостью при изгибе?



а) А

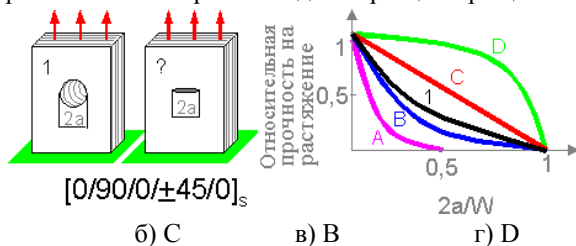
б) С

в) В

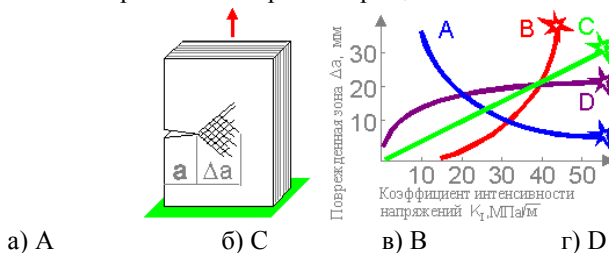
г) D



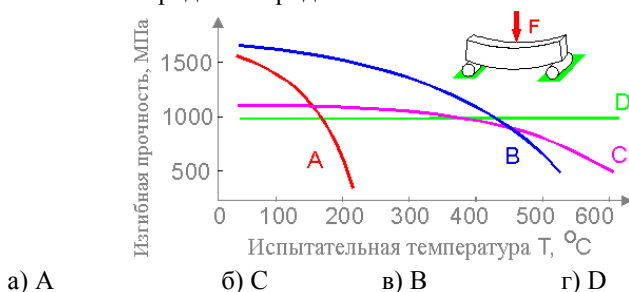
98. Кривая 1 показывает экспериментальные данные при растяжении пластины из КМ с отверстием. Какая кривая точно отражает зависимость критического напряжения для образца с трещиной?



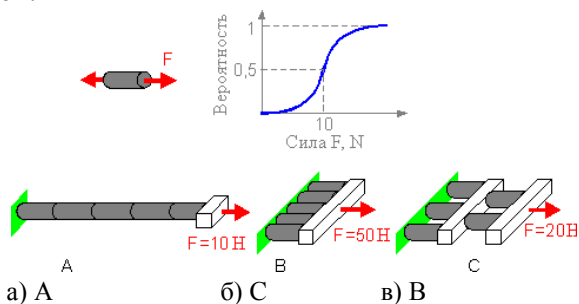
99. Поврежденная зона обнаружена рентгеновским методом в углекомposite (32 слоя  $[0_0/45_0/90_0/135_0/...]_s$ ). Какая кривая точно отражает зависимость размера поврежденной зоны от коэффициента интенсивности напряжения в вершине трещины?



100. Диаграмма показывает влияние температуры на прочность для четырех соединений: Графит - Эпоксидная смола, Алюминий - Бор, Графит - Алюминий и Углерод - Углерод. Какая кривая, типичная для композита Углерод - Углерод?



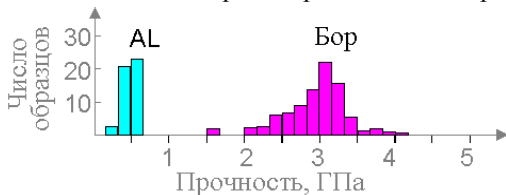
101. Для какой системы вероятность разрушения является самой высокой?



102. Выбрать тип волокна и направление для волокнонаполняемых термопластиков (смола - высокоплотный полиэтилен, объемное содержание волокна 20%). Требуется большая жесткость.

- а) Стекло, произвольная укладка
- б) Стекло, однонаправленное
- в) Кевлар 49, произвольная укладка
- г) Кевлар 49, однонаправленное
- д) Графит, произвольная укладка
- е) Графит, однонаправленное

103. На рисунке показаны экспериментальные гистограммы для борного волокна и алюминиевой матрицы. Отношение средних прочностей волокна и матрицы приблизительно равно

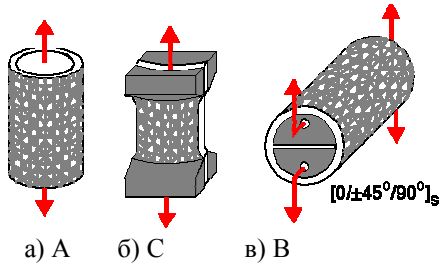


- а)  $< 3.5$
- б) 4
- в) 6
- г) 8
- д)  $> 8.5$

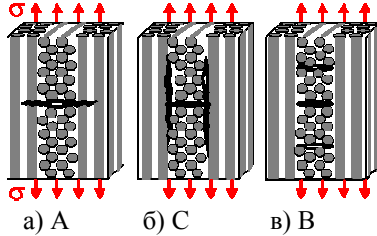
104. Выберите материал, у которого отношение модуля упругости волокна к модулю упругости матрицы будет наибольшим

- а) Пластик армированный углеродными волокнами (CFRP)
- б) Пластик армированный стекловолокном (GFRP)
- в) Пластик армированный борными волокнами (BFRP)
- г) Композит с металлической матрицей (MMC): Al-B

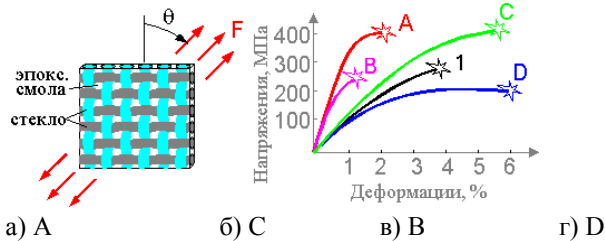
105. Образцы имеют равные площади поперечного сечения при всех испытаниях композитного материала. Для какого случая критическое напряжение(предел прочности) может быть выше?



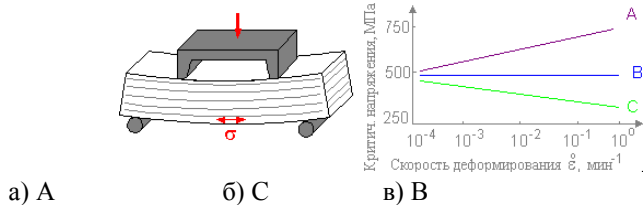
106. Какое повреждение является наиболее опасным?



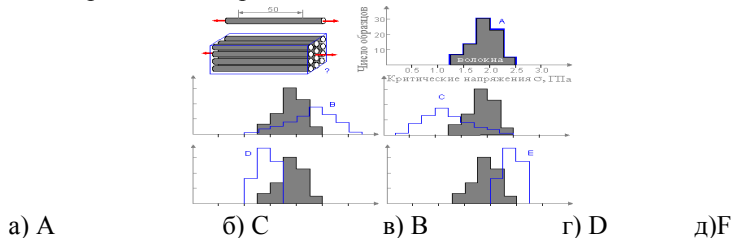
107. Кривая 1 соответствует углу нагружения 45 градусов. Какая кривая является типичной для угла нагружения 0 градусов ?



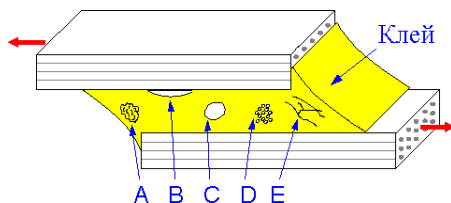
108. Испытание на ползучесть композита Е-стекло/Эпоксидная смола. Как критические напряжения зависят от скорости деформации?



109. Получены экспериментальные данные для волокон бора длиной 50 мм. Какая гистограмма будет соответствовать композиту алюминий-бор с 60 % содержанием волокон?

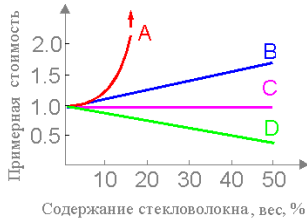


110. Какой дефект в клеевом соединении вызван попаданием воздуха?



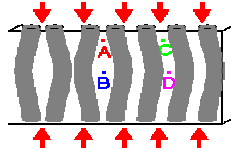
- а) Сгущение клея.    б) Соединение с нулевым объемом.  
 в) Пустоты.        г) Пористость.     д) Трещина

111. Насколько изменится цена стеклонаполненных термопластиков Нейлон 66?



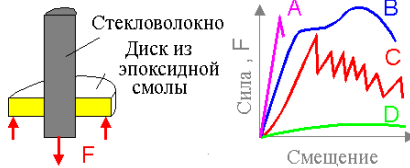
- а) А                      б) С                      в) В                      г) D

112. В какой точке конструкции растягивающее напряжение максимальное?



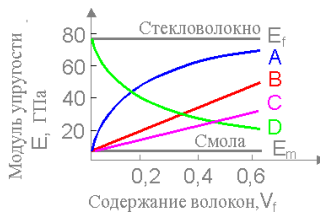
- а) А                      б) С                      в) В                      г) D

113. Как зависит «сила от перемещения»?



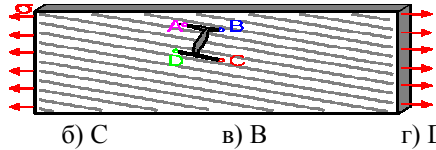
- а) А                      б) С                      в) В                      г) D

114. Укажите кривую, описывающую изменение модуля упругости композита (ткань + смола) в зависимости от содержания волокна?



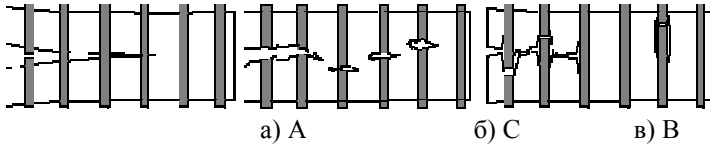
- а) А                      б) С                      в) В                      г) D

115. В какой вершине трещины растягивающее напряжение является максимальным для образца с жесткими волокнами?



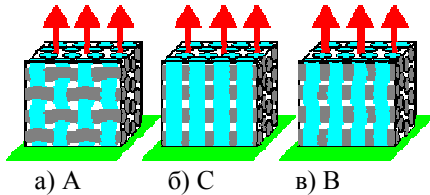
- а) А                      б) С                      в) В                      г) D

116. Имеются три типа матрицы. Волокна одни и те же для всех случаев. В какой ситуации связь между волокном и матрицей наиболее слаба?



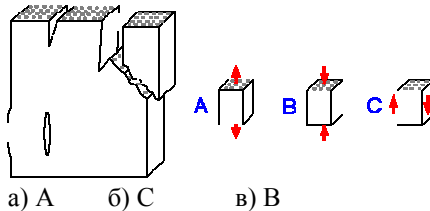
- а) А                      б) С                      в) В

117. Какой тип композита имеет наибольшую жесткость ?



- а) А                      б) С                      в) В

118. Рисунок показывает фрагмент разрушений однонаправленного композита. Какая нагрузка была приложена к образцу?



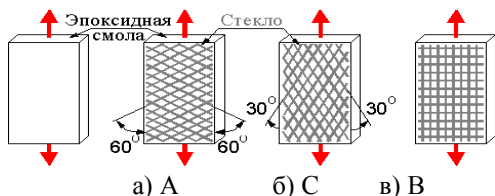
- а) А                      б) С                      в) В

119. Однонаправленный композит подвержен циклическому нагреву. Во избежания теплового расслоения и возникновения термиче-

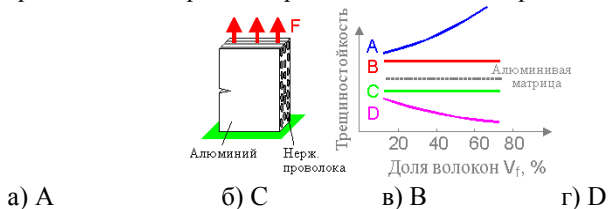
ских трещин, коэффициенты теплового расширения волокна и матрицы должны быть подобны. Выберите лучший композит.

- а) Алюминий / Стальная проволока
- б) Алюминий / Бор
- в) Эпоксидная смола / Е-стекло
- г) Эпоксидная смола / Графит
- д) Эпоксидная смола / Бор

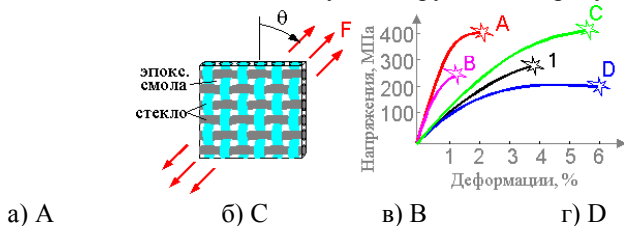
120. Какой образец имеет самый большой коэффициент Пуассона?



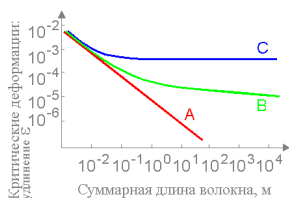
121. Однонаправленный композит с металлической матрицей. Какая кривая точно отражает трещиностойкость образца?



122. Кривая 1 соответствует углу нагружения 45 градусов. Какая кривая является типичной для угла нагружения 0 градусов?

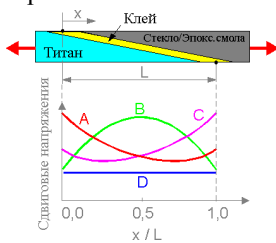


123. Представлен масштабный эффект для композита алюминий-бор. А - средняя прочность борного волокна. Какова зависимость для композита?



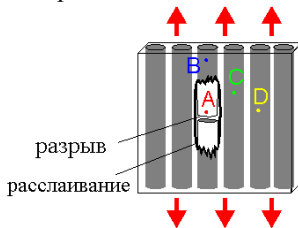
- а) А                      б) С                      в) В

124. Какова эпюра напряжений в склеенном образце?



- а) А                      б) С                      в) В                      г) D

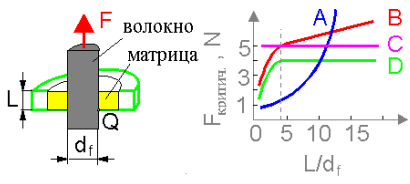
125. В какой точке в однонаправленном композите с жесткими волокнами растягивающие напряжения максимальные?



- а) А                      б) С                      в) В                      г) D

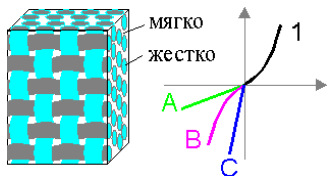
126. Как параметр L влияет на критическую силу связи?





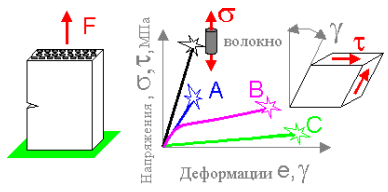
- а) А                      б) С                      в) В                      г) D

127. 1 является кривой построенной по экспериментальным данным для пластика армированного тканью, работающего на растяжение. Каким образом поведет себя кривая при испытаниях на сжатие?



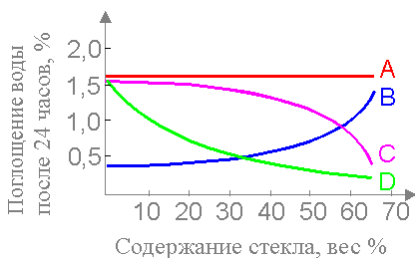
- а) А                      б) С                      в) В

128. Выберите материал матрицы по диаграммам напряжение-деформация чтобы получился композитный материал с самой высокой трещиностойкостью.



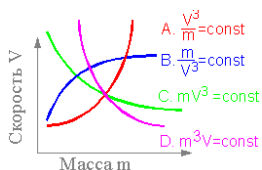
- а) А                      б) С                      в) В

129. Какая кривая показывает зависимость поглощения воды от содержания стекла в термопластике Нейлон 66?



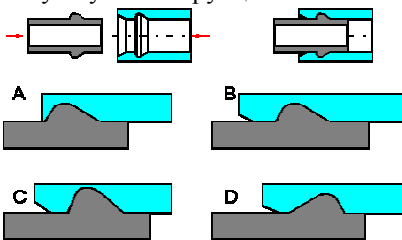
- а) А                      б) С                      в) В                      г) D

130. Какое соотношение между массой и скоростью тела будет корректным, если тело проникает сквозь многослойный композит?



- а) А                      б) С                      в) В                      г) D

131. Две композитные трубы соединены посредством упругих деформаций. Выберите лучшую конструкцию.



- а) А                      б) С                      в) В                      г) D

132. Какой неразрушающий метод - более широко используется для композитных материалов?

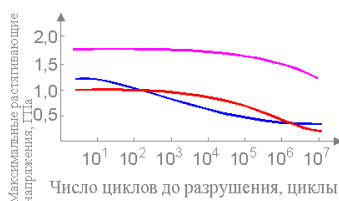
- а) Ультразвуковой контроль
- б) Электро вихревые токи
- в) Термография

- г) Голография
- д) Радиография

133. Какой из образцов наиболее прочный?

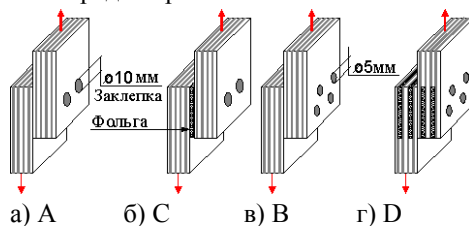
- а) Стекловолокно, диаметром 7 микрон.
- б) Волокно графита, диаметром 7 микрон.
- в) Графитовый грифель, диаметром 300 микрон.
- г) Волокно бора, диаметром 140 микрон.

134. Какой материал имеет самую высокую усталостную прочность?

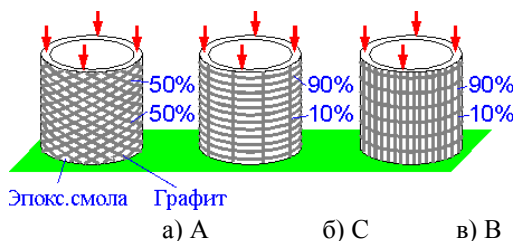


- а) Арamidное волокно/Эпоксидная смола.
- б) Углеродное волокно/Эпоксидная смола.
- в) Стеклоанное волокно/Эпоксидная смола

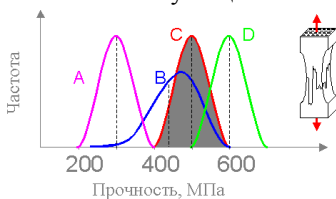
135. Заклепочное соединение композитов усиленных стекловолокном. Заклепки обладают достаточной прочностью. У какой конструкции самый высокий предел прочности?



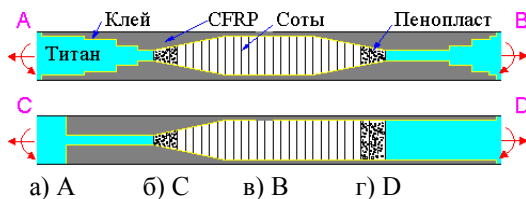
136. Потеря устойчивости углепластиковой тонкостенной композиционной трубы. Какая конструкция выдержит наибольшую нагрузку ?



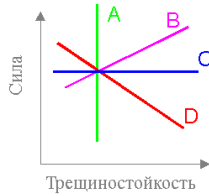
137. С - функция распределения прочности для элементов автомобиля, сделанных из композитных материалов. Как изменятся свойства этих элементов после 10 лет эксплуатации?



138. Какая конструкция титановая законцовка + соты с углепластиковой поверхностью имеет максимальную несущую способность (прочность)?

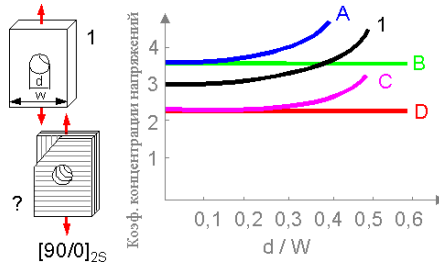


139. Какая линия точнее отражает зависимость «прочность от трещиностойкости» для современных композитных материалов?



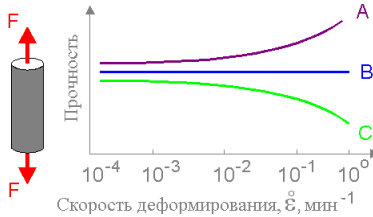
- а) А      б) С      в) В      г) D

140. Кривая 1 показывает теоретический, коэффициент концентрации напряжений в изотропной пластине. Какая кривая подходит для стеклянных волокон, усиленных пластиками?



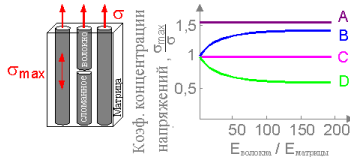
- а) А      б) С      в) В      г) D

141. Как изменяется прочность волокна бора, если скорость деформации увеличивается?



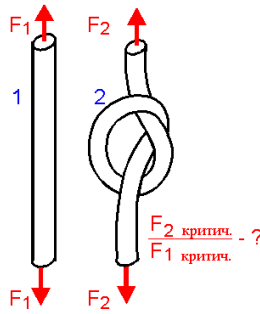
- а) А      б) С      в) В

142. Однонаправленные композиты с содержанием волокон 50% при растяжении. Какая кривая наиболее точно отражает зависимость коэффициента концентрации напряжений от относительной жесткости?



- а) А      б) С      в) В      г) D

143. Какое из волокон завязанное в узел лучше сохраняет свою несущую способность? Для какого образца отношение  $F2C/F1C$  является максимальным?



- а) Бор  
 б) Кевлар 49  
 в) Торнел 300 (графит)

144. Как влияют воздушные пустоты на жесткость пластика армированного тканью?

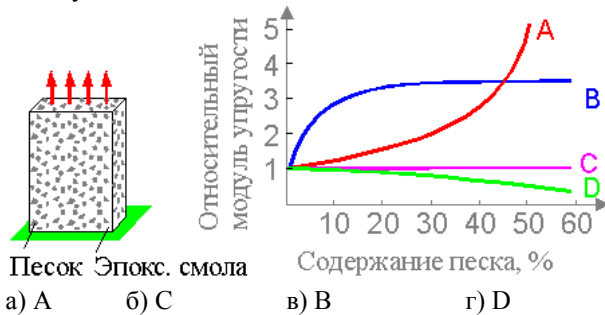
- а) Жесткость падает на 10 - 20%.   
 б) Нет существенных изменений.  
 в) Жесткость повышается на 10 - 20%.

145. Выбрать тип волокна и направление для волокнонаполняемых термопластиков (смола - высокоплотный полиэтилен, объемное содержание волокна 20%). Требуется большая жесткость.

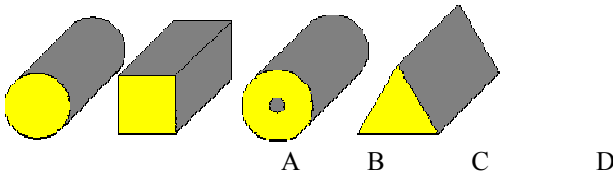
- а) Стекло, произвольная укладка  
 б) Стекло, однонаправленное

- в) Кевлар 49, произвольная укладка
- г) Кевлар 49, однонаправленное
- д) Графит, произвольная укладка
- е) Графит, однонаправленное

146. Рисунок показывает отношение модуля упругости композиционного материала - (эпоксидной смолы, усиленной песком) к модулю упругости эпоксидной смолы. Какая кривая точнее отображает относительную жесткость?

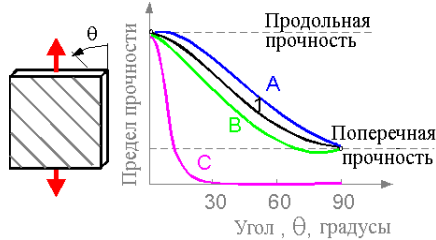


147. Все стеклянные волокна имеют одинаковую прочность и площадь поперечного сечения. Какой стеклопластик (процентное содержание 50%) имеет большую трещиностойкость?



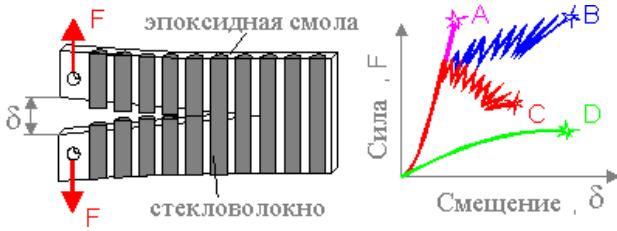
148. Выберите материал, у которого отношение модуля упругости волокна к модулю упругости матрицы будет наибольшим
- а) Пластик армированный углеродными волокнами (CFRP)
  - б) Пластик армированный стекловолокном (GFRP)
  - в) Пластик армированный борными волокнами (BFRP)
  - г) Композит с металлической матрицей (MMC): Al-B.

149. Кривая 1 показывает предел прочности однонаправленного композита, поскольку он зависит от величины угла укладки стекловолокна. Прочность матрицы снижена в два раза при изготовлении. Какая существует зависимость прочности от угла для нового композита?



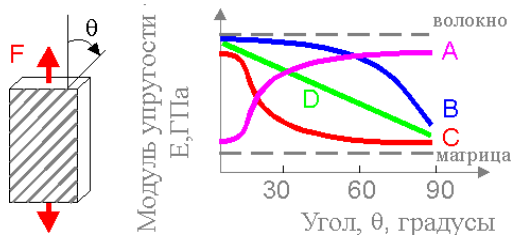
а) А      б) С      в) В

150. Какая кривая точно отражает зависимость силы от смещения?



а) А      б) С      в) В      г) D

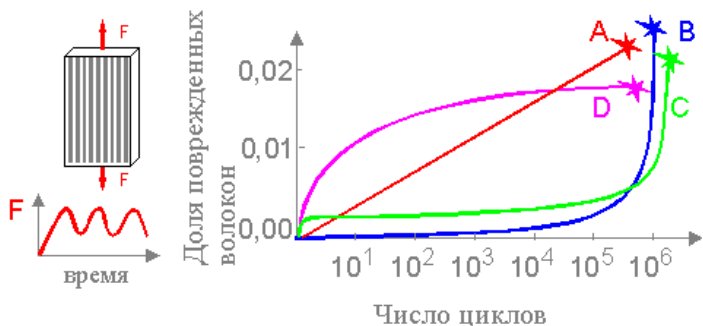
151. Какая кривая точно отражает зависимость модуля упругости однонаправленного композита от угла нагрузки ?



а) А      б) С      в) В

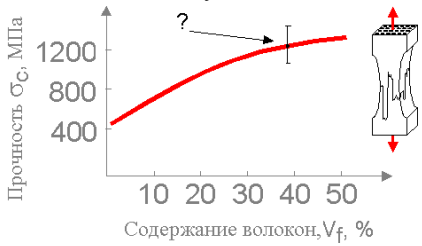
152. Как происходит процесс разрушения волокон композита в ходе испытания на усталость?





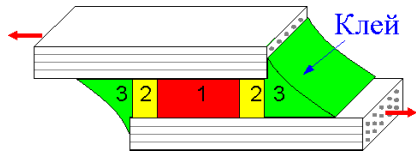
- а) А      б) С      в) В      г) D

153. На рисунке показано среднее значение предела прочности композита алюминий-бор в зависимости от процентного содержания волокон. При каком процентном содержании волокон разброс в экспериментальных данных будет максимальным?



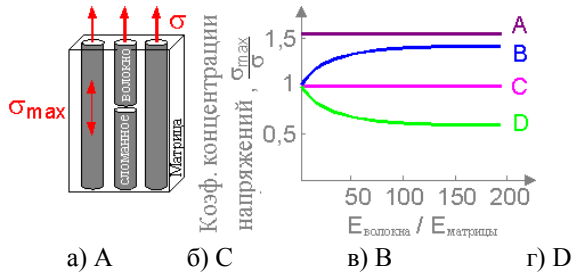
- а) А 0 %      б) С 40 %      в) В 20 %      г) D 55 %

154. Модуль упругости клеевого соединения 1:  $E_1 = 20$  ГПа. Выберите лучшие параметры клеевого соединения для других компонентов.

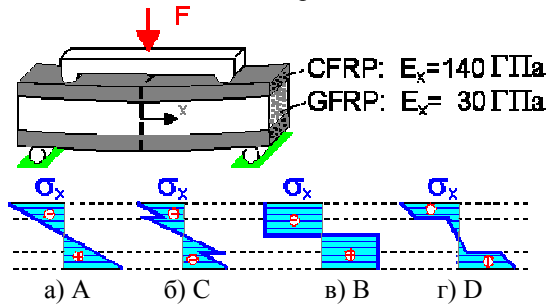


- а).  $E_2 = 5$  ГПа.  $E_3 = 1$  ГПа.  
 б).  $E_2 = 1$  ГПа.  $E_3 = 5$  ГПа.  
 в).  $E_2 = 5$  ГПа.  $E_3 = 20$  ГПа.  
 г).  $E_2 = 20$  ГПа.  $E_3 = 20$  ГПа

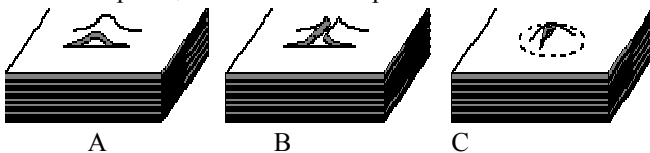
155. Однонаправленные композиты с содержанием волокон 50% при растяжении. Какая кривая наиболее точно отражает зависимость коэффициента концентрации напряжений от относительной жесткости?



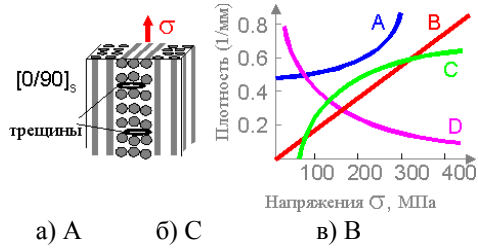
156. Композитная пластина состоит из пластика армированного углеродным волокном (CFRP) и пластика армированного стекловолокном (GFRP). Схема нагружения - чистый изгиб. Какая эпюра напряжений для центрального сечения является правильной?



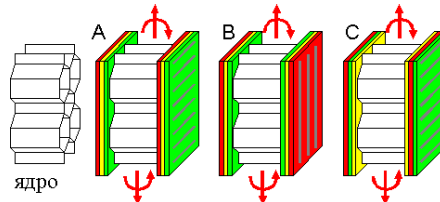
157. Имеются поверхностные повреждения в испытанных образцах. Какой образец был испытан на растяжение?



158. Какая кривая точно отражает зависимость плотности трещины (число трещин на единицу длины) от напряжений?

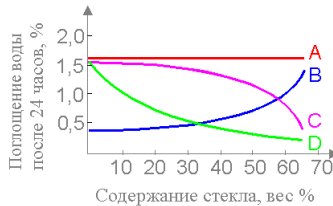


159. Какая из конструкций имеет наивысшую прочность ?



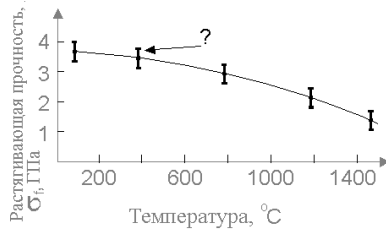
- а). [0o/45o/90o]s + сердцевина + [0o/45o/90o]s  
 б). [0o/45o/90o]s + сердцевина + [90o/45o/0o]s  
 в). [0o/90o/45o]s + сердцевина + [-45o/0o/90o]s

160. Какая кривая показывает зависимость поглощения воды от содержания стекла в термопластике Нейлон 66?



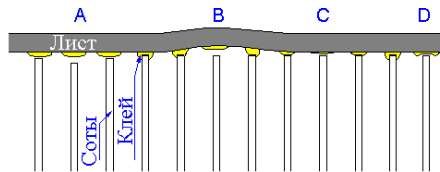
- а) A      б) C      в) B      г) D

161. Прочность волокон SiC/W зависит от температуры. Для какой температуры разброс в экспериментальных данных максимален?



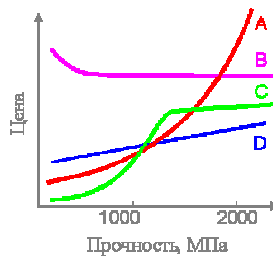
- а) А 20 °С б) С 400 °С в) В 800 °С г) D 1200 °С д) 1400 °С

162. Какой дефект поверхности сотовой конструкции вызван отсутствием склеенности?



- а) А б) С в) В г) D

163. Какая зависимость "стоимость-прочность" характеризует попытки инженеров иметь более прочный конструкционный материал?



- а) А б) С в) В г) D

164. Какие материалы наиболее подвержены старению?

- а) Металлы; в) Пластмассы;  
б) Сплавы; г) Неорганические соединения.

165. Влияют ли продукты коррозии на развитие процесса?

- а) Да;
- б) Нет;
- в) Ограниченно;
- г) При определенных условиях.

166. Назовите наиболее распространенный метод защиты от коррозии?

- а) Лакокрасочные покрытия;
- б) Цинкование;
- в) Хромирование;
- г) Фосфотирование.

167. Медное гальваническое покрытие применяется в основном для защиты?

- а) Валов;
- б) Осей;
- в) Габаритных деталей;
- г) Крепежных изделий.

168. В какой последовательности производится подготовка поверхности к нанесению лакокрасочных покрытий?

- а) Очистка - обезжиривания, промывка - травление;
- б) Очистка - промывка, обезжиривание - травление;
- в) Очистка - травление - промывка;
- г) Травление - обезжиривание - промывка - очистка.

169. К основной группе лакокрасочных материалов относятся ?

- а) Лаки;
- б) Герметики;
- в) Металлы;
- г) Пленки.

170. По каким признакам классифицируются лакокрасочные покрытия?

- а) Химическому составу;
- б) Основному назначению;
- в) 1 и 2;
- г) По агрегатному составу.

171. Сколькими группами знаков обозначают марку лакокрасочного покрытия?

- а) 1,5;
- б) 3,2;
- в) 4;
- г) 6.

172. Чем характеризуется химический состав лакокрасочных материалов?

- а) Типом материала;
- б) Типом пленкообразователя;
- в) Красителем;
- г) Растворителем.

173. Что означает комбинация букв в маркировке лакокрасочных покрытий?

- а) Состав краски;
- б) Наименование пленкообразователя;
- в) Декоративность;
- г) Условия сушки.

174. Третья группа знаков в марках лакокрасочных покрытий означает?

- а) Назначение;
- б) Специфические условия эксплуатации;
- в) Способ нанесения;
- г) Последовательность нанесения.

175. На сколько групп по назначению делятся лакокрасочные материалы?

- а) 1,20;      б) 10;      в) 15;      г) 3.

176. Применение ингибиторов коррозии приводит к образованию или воздействию?

- а) Нейтральных веществ;
- б) Смыванию продуктов коррозии;
- в) Воздействуют на металлы;
- г) На лакокрасочное покрытие.

177. Какие консервационные материалы можно наносить без предварительной обработки поверхности?

- а) Лаки;
- б) Краски;
- в) Консервационные смазки;
- г) Цинковое покрытие.

178. По агрегатному составу консервационные смазки подразделяются на ?

- а) Жидкие;
- б) Пластичные;
- в) Сухие;
- г) Мокрые.

179. При применении модификаторов ржавчины образуется ?

- а) Защитный слой;
- б) Пленка;
- в) Раствор;
- г) Ржавчина.

180. Климатическое старение происходит под воздействием...?

- а) Природных факторов;
- б) Азота воздуха;
- в) Ударных нагрузок;
- г) Механических воздействий.

181. Основными методами защиты от старения являются?

- а) Введение дополнительных компонентов;
- б) Применение пленочных покрытий;
- в) Мойка изделий;
- г) Тенезащита.

182. К мыльным загустителям относятся:

- а) парафин;
- б) воски;
- в) соли литиевых кислот;
- г) соли цинковых кислот.

## ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Геленов, А. А.. Автомобильные эксплуатационные материалы [Текст] : рекомендовано Федеральным государственным учреждением "Федеральный институт развития образования" в качестве учебного пособия для использования в учебном процессе образовательных учреждений, реализующих программы среднего профессионального образования / А.Д. Шеремет, В.П. Суйц. - М. : Академия, 2010. - 304 с  
Режим доступа: <http://www.lib.ugsha.ru/~elib/bak/190600/bav41.shtml>
2. Глущенко, А.А. Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (учебное пособие для аспирантов) / А.А. Глущенко, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов. Ульяновск: УГСХА им. П.А. Столыпина, 2015. – С. 147  
Режим доступа: [www.lib.ugsha.ru](http://www.lib.ugsha.ru).
3. ГОСТ 380-2005. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки. 6. ГОСТ 535-88\*. Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические требования.
4. ГОСТ 1050-88\*. Прокат сортовой, калиброванный со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические требования.
5. ГОСТ 14637-89\*. Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. Технические условия.
6. ГОСТ 16523-89\*. Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества общего назначения. Технические условия. 10. ГОСТ 17066-94. Прокат тонколистовой из конструкционной низколегированной стали. Технические условия.
7. ГОСТ 27772-88\*. Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия.
8. ГОСТ 1414-75\*. Прокат из конструкционной стали высокой обрабатываемости резанием. Технические условия.
9. ГОСТ 801-78\*. Сталь подшипниковая. Технические условия.
10. ГОСТ 19281-89\*. Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия.
11. ГОСТ 5950-2000. Прутки и полосы из инструментальной легированной стали. Технические условия.
12. ГОСТ 6727-80. Проволока из низкоуглеродистой стали холоднотянутая для армирования железобетонных конструкций. Технические условия.
13. ГОСТ 10884-94. Сталь арматурная термомеханически упрочнённая для железобетонных конструкций. Технические условия.



14. ГОСТ 5781-82\*. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия.
15. ГОСТ 1412-85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки.
16. ГОСТ 28394-89. Чугун с вермикулярным графитом для отливок. Марки.
17. ГОСТ 7293-85\*. Чугун с шаровидным графитом для отливок. Марки.
18. ГОСТ 1585-85\*. Чугун антифрикционный для отливок. Марки.
19. ГОСТ 18175-78. Бронзы безоловянные, обрабатываемые давлением. Марки.
20. ГОСТ 17328-78Е. Бронзы безоловянные литейные в чушках. Технические условия.
21. ГОСТ 11069-74. Алюминий первичный. Марки.
22. ГОСТ 4784-97\*. Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки.
23. ГОСТ 1583-93. Сплавы алюминиевые литейные. Технические условия. 2
24. ГОСТ 859-2001. Медь. Марки.
25. ГОСТ 5017-74. Бронзы оловянные, обрабатываемые давлением. Марки.
26. ГОСТ 19807-91. Титан и сплавы титановые деформируемые. Марки.
27. ГОСТ 15527-2004. Сплавы медно-цинковые (латуни), обрабатываемые давлением. Марки.
28. ГОСТ 1435-99. Прутки, полосы и мотки из инструментальной легированной стали. Общие технические условия.
29. ГОСТ 4543-71. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия.
30. ГОСТ 19265-73. Прутки и полосы из быстрорежущей стали. Технические условия.
31. ГОСТ Р 56729-2015. Изделия из пенополиэтилена.
32. Кириченко Н.Б. Автомобильные эксплуатационные материалы. Практикум. Москва, 2004 г.
33. Митусова Т.Н., Калинина М.В., Данилов А.М. Нефтепереработка и нефтехимия. 2004 г.- № 2.
34. Остириков В.В., Уханов А.П., Сафарок К.У., Нагорнов С.А., Клейменов О.А., Прохаренков В.Д. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости. Учебное пособие. Ульяновская ГСХА, 2009 г. Режим доступа: [www.lib.ugsha.ru](http://www.lib.ugsha.ru).

35. Салахутдинов, И.Р. Перспективные технологии технического обслуживания автомобилей: лабораторный практикум для студентов инженерного факультета / Составители: И.Р. Салахутдинов, А.А. Глушченко, А.Л. Хохлов. – Ульяновск: УГСХА имени П. А. Столыпина, 2015 – Режим доступа: [www.lib.ugsha.ru](http://www.lib.ugsha.ru)
36. Сафонов А.С., Ушаков А.И., Орешников А.В. Качество автомобильных топлив. НПИКЦ Санкт-Петербург, 2006 г.
37. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости [Текст] : допущено Мин. с.х. РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по специальности 110301 "Механизация сельского хозяйства" и 110304 "Технология обслуживания и ремонт машин в АПК" / В.В. Остриков, А.П. Уханов, К.У. Сафаров и др. - Ульяновск : УГСХА, 2009. - 575 с.
38. Трофименко, Иван Леонович. Автомобильные эксплуатационные материалы [Текст] : допущено мин. образования Республики Беларусь в качестве учебного пособия для учащихся специальности "Техническая эксплуатация автомобилей" учреждений, обеспечивающих получение среднего специального образования / И.Л. Трофименко, Н.А. Коваленко, В.П. Лобак. - Минск : Новое знание, 2008. - 232 с. – Режим доступа: <http://www.lib.ugsha.ru/~elib/bak/190600/bav41.shtml>
39. Уханов А.П., Гуськов Ю.В., Артемов И.И., Климанов А.В. Использование нефтепродуктов, технических жидкостей и ремонтных материалов при эксплуатации мобильных машин. Самара, 2002 г. Режим доступа: [www.lib.ugsha.ru](http://www.lib.ugsha.ru)
40. Холманов, В.М. Хранение и противокоррозионная обработка техники : учебно-методический комплекс для студентов инженерного факультета специальности 110304.65 - Технологии обслуживания и ремонта машин в АПК / В. М. Холманов, Е. Н. Малов. - Ульяновск : УГСХА им. П.А.Столыпина, 2013. - 332 с. Режим доступа: <http://irbis.lib.ugsha.ru/~elib/books/d8f369fc6c1e982535e07ef590ad7735.pdf>
41. Холманов В.М. Диагностика и восстановление моторного масла. Ульяновская ГСХА, 2006 г. Режим доступа: [www.lib.ugsha.ru](http://www.lib.ugsha.ru).

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

Приложение 1

Основные предприятия-изготовители полиэтилена в России и СНГ

<b>Полиэтилен</b>	<b>Торговая марка</b>	<b>Изготовитель</b>
<i>Полиэтилен высокого давления (полиэтилен низкой плотности)</i>	ПЭВД, (ПЭНП), LDPE	Ангарский завод полимеров (Ангарск) Томский нефтехимический завод (Томск) Казаньоргсинтез (Казань) Завод композиционных материалов (Томск) Завод Сэвилен (Казань) Полимер (Новополоцк, Беларусь)
<i>Полиэтилен низкого и среднего давления (полиэтилен высокой плотности)</i>	ПЭНД, (ПЭВП), ПЭСД, HDPE, MDPE, Ставролен, Лукотен	Ставролен (Лукойл-Нефтехим) Томский нефтехимический з-д Казаньоргсинтез
<i>Сверхвысокомолекулярный полиэтилен</i>	СВМПЭ, PE-UHMW	Томский нефтехимический завод опытное производство
<i>Сэвилен</i>	Сэвилен, EVA	Завод Сэвилен (Казань)

Основные зарубежные аналоги отечественных марок полиэтилена:

<b>Полиэтилен</b>	<b>Торговая марка</b>	<b>Фирма</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Полиэтилен низкой плотности ПЭНП(полиэтилен высокого давления ПЭВД) LDPE	<i>Vordian Polyethyiene</i>	Vordian
	<i>Tipolen</i>	Tiszai Vegyi Kombinat (TVK)
	<i>Stamylan LD</i>	SABJC Euro Petrochemicals
	<i>Riblene</i>	Polimeri Europa
	<i>Noovapol</i>	NOVA Chemicals
	<i>Lupolen</i>	Basell
	<i>Indothene</i>	Indian Petrochemicals
	<i>J-Rex LD</i>	Japan Polyolefins
	<i>Halene-L</i>	Haldia Petrochemicals
	<i>Escorene-LD</i>	Exxon Mobil Chemia
<i>Hostalene</i>	Bayer	
Полиэтилен высокой плотности ПЭВП (полиэтилен низкого давления ПЭНД) HDPE	<i>ПЭВП</i>	Zemid Du Pont
	<i>Iuclear</i>	SK Chemicals
	<i>Xylox</i>	Xylox Nort Americ
	<i>Thai-zex</i>	Bangkok Polyethelene
	<i>Nihtlin</i>	Tiszai Vegyi Kombinat (TVK)
	<i>Stamylan-HD</i>	SABIC Ero-Petrochemicaks
	<i>Relene</i>	Rtlinct Industries
	<i>Pilene</i>	NOCI
	<i>Lupolen</i>	Basell
	<i>Indothene-HD</i>	Indian Petrochemicals
<i>J-Rex LD</i>	Japan Polyolefins (JPO)	
<i>Halene-H</i>	Haldia Petrochemical	

Продолжение приложения 2

1	2	3
СВМІТЭ (LLDPE)	<i>Alratuff</i>	Qenos
	<i>Finathene</i>	ATOFINA
	<i>Eraclent</i>	Polymeri Eropa
	<i>Scorene-HD</i>	Axxon Mobil Chemical
	<i>Eltex</i>	BP Solvay Polyethylene
	<i>Alrathene</i>	Lucite International, Qenos
	<i>Baylon</i>	Bayer
	<i>Clearflex</i>	Polymeri Europa
	<i>Dowlex</i>	DOW
	<i>Excced</i>	Exxon Mobil Chemical
	<i>Evolue</i>	Mitsui Petrochemical
	<i>Formolene</i>	Formosa Plastics
	<i>G-Lene</i>	Gail
	<i>Harmorex LL; J-Rex LL</i>	Japan Polyolefins
	<i>Innovex</i>	BP Solvay Polyethylene
	<i>Ladene</i>	SABIC
	<i>Marlex</i>	Chevron Phillipc Chemical
	<i>Niprolon-L; Niprolon-Z</i>	Tosoh
	<i>Reclair</i>	Reliance Indactries
	<i>Rexell</i>	Huntsman Chemical
<i>Sclear</i>	NOVA Chemicals	
<i>Stamylan LL</i>	Sobic Euro Petrochemicals	
<i>Sumirathene-L</i>	Sumitomo Chemical	
<i>Vitzex</i>	Mutsui Petrochemical	
<i>Voridian HCP (HXP)</i>	Voridian	
СЭВА (EVA)	<i>Ateva</i>	AT Plastics
	<i>EBAC</i>	Voridian
	<i>Elvax</i>	Du Pont
	<i>Scorene</i>	Exxon Mobil Chemical
	<i>Evaflex</i>	Mitsui Petrochemical

## Окончание приложения 2

1	2	3
	<i>Evatate</i>	Sumitomo Chemical
	<i>Evateno</i>	Politeno
	<i>GrRenflex</i>	Polymeri Europa
	<i>Miravithen</i>	Lenna
	<i>Nipiflex</i>	Tosoh
	<i>Ultrathene</i>	Equistar

Температурные характеристики полиэтилена:

Полиэтилен	Предел рабочих температур		Теплостойкость по Мартенсу, С	Температура плавления, С
	верхний	нижний		
Полиэтилен высокого давления ПЭВД (ПЭНП)	60-70	-45	-	100-108
Полиэтилен низкого давления ПЭНД (ПЭВП)	70-80	-60	-	120-135

Пределы изменений механических свойств полиэтиленов:

Наименование полиэтилена	Предел прочности, МПа			Относительное удлинение, %	Модуль упругости, МПа		Твердость, МПа	Ударная вязкость, кДж/м <sup>2</sup>	
	$\sigma_v$	$\sigma_{сж}$	$\sigma_n$		$\varepsilon$	$E \cdot 10^{-3}$		$E_n \cdot 10^{-3}$	НВ
Полиэтилен высокого давления (ПЭВД) (ПЭНП)	0-17	2	2-17	50-600	-	0,12-0,26	14-25	-	-
Полиэтилен низкого давления (ПЭНД) (ПЭВП)	8-35	0-36	0-38	250-1000	-	0,65-0,93	44-52	-	2-150



Приложение 4

Механическая стойкость полиэтиленов к кислотам и растворителям:

телям:

Полиэтилены	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 20-60%	HNO <sub>3</sub> 50%	HCl до 37%	Ацетон	Этанол	Бензол	Фенол
ПЭВД (ПЭНП)	3	2	2, 3	2, 3	3	1	3
ПЭНД (ПЭВП)	3	1, 2	3	2, 3	3	2	3

Теплофизические свойства полиэтиленов

Полиэтилены	Теплопроводность, λ, Вт/(м*К)	Теплоемкость, с, кДж/(кг*К)	Температуропроводность, а*10 <sup>7</sup> , м <sup>2</sup> /с	Средний КЛР (β*10 <sup>5</sup> ), К <sup>-1</sup>
ПЭВД (ПЭНП)	0,32-0,36	1,8-2,5	1,3-1,5	21-55
ПЭНД (ПЭВП)	0,42-0,44	2,9-2,1	1,9	17-55

Диэлектрическая проницаемость полиэтиленов

Полиэтилены	ε при ν, Гц		
	50	10 <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup>
ПЭВД (ПЭНП)	2,28	2,28	2,2
ПЭНД (ПЭВП)	2,3	2,3	2,3

Показатели пожароопасности полиэтиленов

Полиэтилен	Температура, С		Теплота сгорания
	T <sub>в</sub>	T <sub>св</sub>	МДж/кг
Полиэтилен	306	417	44-47

**ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИЭТИЛЕНА**

Свойства	ПЭНП	ПЭВП		СВМПЭ
	ПЭВП	ПЭНД	ПЭСД	
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	918-935	945-955	960-970	940
Температура плавления, °С	105-115	130-135	130-135	125-135
Температура размягчения, °С	60-65	80-90	80-100	110-120
Молекулярная масса промышленных марок, 10 <sup>-4</sup>	2-5	7-35	4-7	350-600
Модуль упругости при изгибе, МПа	80-260	1000-1200	1070-1100	1070-1100
Разрушающее напряжение, МПа при: растяжении изгибе	10-16	22-32	25-38	28-32
	12-17	20-35	25-40	30-40
Относительное удлинение, %	150-600	400-800	200-800	400-500
Ударная вязкость, кДж/м <sup>2</sup>	Образец не ломается			
Твердость по Бринеллю, МПа	15-25	45-60	55-60	40-50
Удельная теплоемкость, кДж/(кг*К)	2,1-2,8	2,3-2,7	2,3-2,7	2,5-2,9
Коэффициент температуропроводности, Вт/(м*К)	0,2-0,3	0,27	0,27	0,28
Коэффициент линейного расширения, 10 <sup>4</sup> град <sup>-1</sup>	2,2-2,5	2	2	2
Показатель текучести расплава, г/10 мин	0,2-20	0,1-15	0,2-10	0,2-0,3

Приложение 6

Показатели качества сополимеров пропилена с этиленом

Наименование показателя	Норма для марки									Метод испытания
	22007			22015			22030			
	Высший сорт	1-й сорт	2-й сорт	Высший сорт	1-й сорт	2-й сорт	Высший сорт	1-й сорт	2-й сорт	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Показатель текучести расплава, г/10 мин	0,40-1,00	0,40-1,00	0,40-1,00	1,1-2,0	1,1-2,0	1,1-2,0	2,1-4,0	2,1-4,0	2,1-4,0	По ГОСТ 11645-73 и п.4.5 настоящего стандарта
2. Разброс значений показателя текучести расплава в пределах партии, %, не более	±15	±20	±25	±10	±15	±20	±10	±15	±20	По п.5.5
3. Количество включений, шт., не более	3	10	20	3	10	20	3	10	20	По ГОСТ 27748-88 (разд.2) и п.5.7 настоящего стандарта
4. Массовая доля золы, %, не более	0,035	0,045	0,060	0,035	0,045	0,060	0,035	0,045	0,060	По ГОСТ 15973-82 и п.5.8 настоящего стандарта
5. Массовая доля летучих, %, не более	0,09	0,12	0,20	0,09	0,12	0,20	0,09	0,12	0,20	По п.5.9
6. Предел текучести при растяжении, МПа, не менее	25	22	22	25	22	22	25	23	23	По ГОСТ 11262-80 и п. 5.14 настоящего стандарта

## Окончание приложения 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7. Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	300	300	300	300	300	300	200	200	200	То же
8. Ударная вязкость по Изоду с надрезом, кДж/м <sup>2</sup>	8,7	8,7	8,7	10,0	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	По ГОСТ 19109-84 и п.5.15 настоящего стандарта
8а. Ударная вязкость по Шарпи без надреза, кДж/м <sup>2</sup> , не менее	40	40	25	40	40	25	30	30	20	По ГОСТ 4647-80 и п.5.15 настоящего стандарта
9. Стойкость к термоокислительному старению, ч, не менее, для рецептур:										
10, 11, 16	360	360	360	360	360	360	360	360	360	По п.5.12
12	400	400	400	400	400	400	400	400	400	
29, 30	800	800	800	800	800	800	800	800	800	

Приложение 7

Нефтяные растворители. Нефрас. Условные обозначения и наименования.

<b>Наименование нефтяных растворителей</b>	<b>Обозначение</b>
Бензин-растворитель для резиновой промышленности	Нефрас С2-80/120 Нефрас С3-80/120
Растворитель для технических целей	Нефрас С-50/170
Бензин-растворитель для лакокрасочной промышленности (уайт-спирит)	Нефрас С4-155/200
Сольвент нефтяной	Нефрас А-130/150
Сольвент нефтяной тяжелый	Нефрас А-120/200
Бензин экстракционный прямогонный	Нефрас С3-70/95
Бензин экстракционный	Нефрас С2-70/85
Бензин-растворитель для лесотехнической промышленности	Нефрас С3-105/130
Фракция петролейного эфира	Нефрас П4-30/80
Гептан-растворитель	Нефрас С3-94/99
Заменитель уайт-спирита	Нефрас С4-150/200
Гексановые растворители	Нефрас П1-65/75 Нефрас П1-63/75 Нефрас П1-65/70
Технологический растворитель для процесса "Алфол"	Нефрас Н2-220/300
Растворитель для бытовых инсектицидов	Нефрас И2-190/320
Нефтяной ароматический растворитель	Нефрас А-150/330

## Характеристики и назначение растворителей

Марка растворителя Сандарт (ГОСТ или ТУ)	Химический состав растворителей		Относительная летучесть растворителя (по диэтиловому эфиру)	Назначение и область применения растворителя	
	Компоненты, входящие в состав растворителей	% доля		Растворяемые пленкообразователи	Основные марки разбавляемых лакокрасочных материалов
1	2	3	4	5	6
Растворитель 645 ГОСТ 18188-72	Толуол Бутилацетат или амилацетат Бутиловый спирт Этиловый спирт Этилацетат Ацетон	50 18 10 10 9 3	10-12	Нитроцеллюлозные	Лаки: НЦ-134, 551, 286 черный Эмали: НЦ-5121, 25, 26, 27, 5133 Г, 5133 М, 5134, 272 Шпаклевки: НЦ-007, 008, 009
Растворитель 646 ГОСТ 18188-72	Бутилацетат Этилцеллозольв Ацетон Бутанол Этиловый спирт Толуол	10 8 7 15 10 50	8-16	Нитратцеллюлозные, нитратцеллюлозно-глифталевые, эпоксидные, нитратцеллюлозно-эпоксидные, мочевиноформальдегидные, кремнийорганические	Лаки: НЦ-269, 279, 292, 5108, ЭП-524 Эмали: НЦ-170, 184, 216, 217, 25, 246, 258, 262, 271, 273, 1104, 282, 291, 299, 929, 5100, 5123. Нитроэмали для грузовых автомобилей, нитроэмали № 924, ЭП-773, КО-83, НЦ-1124, НЦ-1120 Грунтовки: НЦ-081, МС-067, МЧ-042 Шпаклевки: НЦ-007, НЦ-008, 009, ЭП-0010, ЭП-0020

Продолжение приложения 8

1	2	3	4	5	6
Растворитель 647 ГОСТ 18188-72	Бутилацетат Этилацетат Бутиловый спирт Толуол	29,8 21,2 7,7 41,3	8-12	Нитратцеллозные	Эмали: НЦ-280, 11, 132 П, АК-194 Грунтовка НЦ-097
Растворитель 648 ГОСТ 18188-72	Бутилацетат Этиловый спирт Бутиловый спирт Толуол	50 10 20 20	11-18	Нитратцеллозные, нитратцеллозно-эпоксидные, бутилметакрилатные, полиакрилатные	Лаки: ЭП-524, КО-940, АС-16 Эмали: ХВ-130, АС-85, АС-95, АС-131, ГФ-570Р К, ЭП-51 Грунтовки: АК-069, АК-070, ВЛ-02, ВЛ-023
Растворитель 649 ТУ 6-10-1358-78	Этилцеллозольв Изобутиловый спирт Ксилол	30 20 50	15-30	Нитратцеллозно-глицталевые	Эмали: НЦ-132 К, ГФ-570Р К
Растворитель 650 ТУ 6-10-1247-96	Этилцеллозольв Бутиловый спирт Ксилол	20 30 50	20-30	Нитратцеллозные	Эмали: ГФ-570Р К, НЦ-11
Растворитель Р-4 ГОСТ 7827-74	Бутилацетат Ацетон Толуол	12,0 26,0 62,0	5-15	Перхлорвиниловые, полиакриловые, сополимеры винилхлорида с винилиденхлоридом или винилацетатом	Лаки: ХС-76, ХС-724 Эмали: ХВ-16, 112, 124, 125, 142, 179, 518, 519, 553, 714, 750, 782, 1100, 785, 1120, ПХВ-29, 101, ХВ-1149, 5169, ХС-119, 527, 710, 717, 720, 724, 747, 748, 759, 781, 5163

Продолжение приложения 8

1	2	3	4	5	6
					<p>Грунтовки: ХВ-062, 079, ХС-010, 059, 068, 077, МС- 067</p> <p>Шпаклевки: ХВ-004, 005, ЭП-0020</p>
<p>Растворитель Р-5 ГОСТ 7827-74</p>	<p>Бутилацетат Ацетон Толуол</p>	<p>30 30 40</p>	9-15	<p>Перхлорвиниловые, эпоксидные, кремнийорганические, полиакрилатные, каучуки</p>	<p>Лаки: ХВ-139, АС-16, АС-82, АС-516, АС- 552, АК-113 Эмали: ЭЦ различных цветов, ХВ- 124, 125, 160, 16, 782, 536, 1107, АС-131, 560, 599, АК- 192, ЭП-56, 140, 255, 275, 525, 567, КЧ- 767, КО-96, 811, 814, 818, 822, 841 Грунтовки: АК-069, 070, ЭП-0104 Шпаклевки: ЭП-0020, 0026, 0028</p>
<p>Растворитель Р-6 ТУ 6-10- 1328-77</p>	<p>Бутилацетат Этиловый спирт Бутиловый спирт Бензол</p>	<p>15 30 15 40</p>	9-11	<p>Меламиноформальдегидные, резиновые, поливинилбутиральные</p>	<p>Лаки: ВЛ-725, ВЛ-725 Г Эмали: ЭП- 569, ХВ-535</p>



Продолжение приложения 8

1	2	3	4	5	6
Растворитель Р-7 ТУ 6-10-1321-77	Циклогексанон Этиловый спирт	50 50	25-32	Поливинил-бутиральные, крезоло-формальдегидные	Лак ВЛ-51
Растворитель Р-11 ТУ 6-11-1821-81	Бутилацетат Толуол Циклогексанон Ацетон	- - - -	0,7-1,2 (по ксилолу)		
Растворитель Р-12 ГОСТ 7827-74	Бутилацетат Толуол Ксилол	30 60 10	8-14	Перхлорвиниловые, полиакрилатные	Эмали: ХВ-533, 785, 1120, АК-194
Растворитель Р-14 ТУ 6-10-1509-75	Циклогексанон Толуол	50 50	1,1-1,5	Эпоксидные (отверждаемые изоцепатными отвердителями)	Эмаль ЭП-711
Растворитель Р-24 ГОСТ 7827-74	сольвент Ксилол Ацетон	50 35 15	10-20	Перхлорвиниловые	Эмали: ХВ-110, 113, 238 Грунтовка ХВ-050
Растворитель Р-40 ВТУ УХП 86-56	Этилцеллозольв Толуол или Ацетон Этилцеллозольв Толуол	50 50 20 30 50	-	Эпоксидные	Эмаль ЭП-140 Грунтовка ЭП-076 Шпаклевки: ЭП-0010, ЭП-0020 Лак ЭП-741

Продолжение приложения 8

1	2	3	4	5	6
Растворитель Р-60 ТУ 6-10-1256-77	Этиловый спирт Этилцеллозольв	70 30	13-25	Крезоло-формальдегидные и поливинилбутиральные	Эмали: ФЛ-557, ВЛ-515
Растворитель Р-83 ТУ 6-10-1595-76	Лактон C <sub>12</sub> Этилцеллозольв Растворитель АР*	10 40 50	-	Эпоксифирные	Грунтовка ЭФ-083
Растворитель Р-119 ТУ 6-10-1197-76	Толуол Ацетон Нитропропан	35 30 35	-		
Растворитель Р-119 Э ТУ 6-10-1197-76	Ксилол Циклогексанон Этилцеллозольв Бутиловый спирт	40 25 25 10	-		
Растворитель Р-189 ТУ 6-10-1508-75	Этиленгликольацетат Метилэтилетон Ксилол Бутилацетат	37 37 13 13	1,2-1,6 (по ксилолу)	Полиуритановые, уралкидные	Лаки: УР-293, УР-294
Растворитель Р-197 ТУ 6-10-1100-78	Растворитель АР* скипидар экстракционный Ксилол	70 3 27	не менее 80	Меламиноалкидные	Эмали: МЛ-12, МЛ-197, МЛ-1214
Растворитель Р-198 ТУ 6-10-1197-76	Этилцеллозольв Циклогексанон	50 50	35-45	-	Эмали: МЛ-1121

Продолжение приложения 8

1	2	3	4	5	6
Растворитель Р-219 ТУ 6-10-960-76	Ацетон Циклогексанон Толуол	33 33 34	13-18	Полиэфирные	Лаки: ПЭ-250М, ПЭ-247 Шпатлевка ПЭ-0025
Растворитель Р-265 ТУ 6-10-1789-80	Толуол Бутилацетат Этиловый спирт Циклогексанон Бутиловый спирт	- - - -	-	Алкидноакриловые	Эмаль: АС-265
Растворитель Р-548 ТУ 6-10-1033-75	Этилцеллозольв Пропиленкарбонат	70 30	-	Полиакрилатные, Эпоксидные	Эмаль: АС-576 Лак: АС-548
Растворитель Р-563 ТУ 6-10-1434-79	Этилацетат Бутилацетат Ацетон	- - -	5-15		Лак: ХС-563
Растворитель Р-1101 ТУ 6-10-1476-77	Этиленгликольацетат Толуол Сольвент	20 25 55	1,0-6,0 (по ксилолу)	Полиакрилатные	Эмаль: АС-1101
Растворитель Р-1101 М ТУ 6-10-1476-77	Лактон C <sub>12</sub> Толуол Сольвент	20 25 55	-		Эмаль: АС-1101 М
Растворитель Р-1166 ТУ 6-10-1566-75	Этилацетат Ксилол Этилцеллозольв Циклогексанон	20 50 15 15	1,0-2,5 (по ксилолу)	Полиакрилатные и нитроцеллюлозные	Эмали: АС-1166, АС-1166М

Продолжение приложения 8

1	2	3	4	5	6
Растворитель Р-1176 ТУ 6-10-1811-81	Циклогексанон Метилэтилкетон	50 50	1,0-1,6 (по ксилолу)	Полиуретановые	Полиуретановые эмали
Растворитель Р-2106 ТУ 6-10-1527-75	Сольвент Циклогексанон	70 30	1,2-5,5 (по ксилолу)	Полиакрилатные амидсодержащие, эпоксидные	Эмаль АС-2106
Растворитель Р-2106 М ТУ 6-10-1527-75	Лактон С <sub>12</sub> Сольвент Циклогексанон	20 50 30	-	То же	Эмаль АС-2106 М
Растворитель Р-2115 ТУ 6-10-1613-77	-	-		Нитроакриловые	Эмали: АК-2115, АК-2130
Растворитель Р-3160 ТУ 6-10-1215-72	Этиловый спирт Бутиловый спирт	40 60	-	Поливинилацетальные	Эмаль ВЛ-55
Растворитель РЛ-176 ТУ 6-10-1474-76	Циклогексанон Сольвент	50 50	1,5-4,5 (по ксилолу)	Полиакрилатные, полиуретановые	Лак АС-176
Растворитель РЛ-176 М ТУ 6-10-1613-77	Циклогексанон Сольвент Лактон С <sub>12</sub>	50 40 10	1,5-4,5 (по ксилолу)	То же	Лак АС-176

Продолжение приложения 8

1	2	3	4	5	6
Растворитель РЛ-176 ПЭ ТУ 6-10-1647-77 Марка А Марка Б	Циклогексанон Ацетон Циклогексанон МИБК	95 5 60 40	1,5-4,5 (по ксилолу)  1-5 (по ксилолу)	Полиэфирные	Лаки: ПЭ-251А, ПЭ-251Б
Растворитель РЛ-176 УР ТУ 6-10-1512-75 Марка А Марка Б Марка В	Этиленгликольацетат Циклогексанон Этиленгликольацетат Метилэтилектон Этиленгликольацетат Метилэтилектон	50 50 50 50 10 90	2,2-2,9 (по ксилолу) 1,5-2,3 (по ксилолу) 0,3-,05 (по ксилолу)	Полиуретановые	Лаки: УР-277, УР-277 М, УР-277 П, УР-268 П
Растворитель РЛ-278 ТУ 6-10-1503-75	Этилцеллозольв Бутиловый спирт Этиловый спирт Ксилол Толуол	10 20 15 30 25	0,82-1,1 (по ксилолу)	Поливинилацетальные	Лак ВЛ-278
Растворитель РЛ-541 ТУ 6-10-1646-77	Толуол Бутиловый спирт Этиловый спирт Бутилацетат Этилцеллозольв Ацетон	70 9 6 6 4,8 4,2	-	Эпоксифенольные	Лак ЭП-541

Продолжение приложения 8

1	2	3	4	5	6
Растворитель РЛ-298 ТУ 6-10-1528-75	Ксилол Этилцелло- зольв	70 30	1,3-1,8 (по ксилолу)	Эпоксидные	Лак ЭП-298
Растворитель РВЛ ТУ 6-10-1269-77	Этилцелло- зольв Хлорбензол	50 50	1,3-2,0 (по ксилолу)	Поливинил- формальэти- лаль	Винифлексо- вые лаки
Растворитель РФГ ГОСТ 12708-77	Этиловый или изопропило- вый спирт Бутиловый или изобутиловый спирт	25 75	<1,3 (по ксилолу)	Поливинил- бутиральные	Грунтовки: ВЛ-02, ВЛ-08, ВЛ-023, ВЛ-05
Растворитель РС-2 ТУ 6-10-952-75	Ксилол Уайт-спирит	30 70	30	Маслянные, битумные, пентафтале- вые (тощие и средние)	Эмали: ПФ- 837, ПФ-1105
Растворитель № 30 ТУ 6-10-919-75	Этилцелло- зольв	95	-	Смесь акри- латного сополимера и эпоксид- ной смолы, эпоксидно- фенольные с добавкой поливинил- бутирала	Лаки: ФЛ-559, ФЛ-561 Эмали: АС- 576, ЭП-547
Растворитель РМЛ-315 ТУ 6-10-1013-75	Бутиловый спирт Этилцелло- зольв Бутилацетат Толуол Ксилол	15 17 18 25 25	13-22	Нитроцелло- лозные	Лак НЦ-223

Продолжение приложения 8

1	2	3	4	5	6
Разбавитель РКБ-1 ТУ 6-10-1326-77	Ксилол Бутиловый спирт	50 50	-	Меламино- и мочевино-формальдегидные	Лак МЛ-248 Эмали: МЛ-169, МЛ-242, МЛ-729, МЛ-629, МЧ-13, МЧ-277, ФЛ-511 Грунтовки: ГФ-089, МЛ-058, МЛ-064, МЧ-042
Разбавитель РКБ-2 ТУ 6-10-1037-75	Ксилол Бутиловый спирт	5 95	-	Мочевино-формальдегидные	Лак МЧ-52
Растворитель РП ТУ 6-10-1095-76	Ксилол Ацетон	75 25	-	Эпоксидные	Грунтовка ЭП-057
Разбавитель РЭ-1В ГОСТ 18187-72	Сольвент Бутиловый спирт Диацетоновый спирт	70 20 10	12-18	Меламино-алкидные, меламино-формальдегидные	Грунтовка МЧ-042 Эмали: МЛ-152, МЛ-12, МЛ-242 Лак МЧ-52
Разбавитель РЭ-2В ГОСТ 18187-72	Сольвент Бутилацетат Этилцеллозольв	60 20 20	12-18	То же	Грунтовка МЧ-042 Эмали: МЛ-152, 12, 242, 1214
Разбавитель РЭ-3В ГОСТ 18187-72	Сольвент Бутиловый спирт Этилцеллозольв	50 30 20	18-24	Пентафталевые, глифталевые, меламиноалкидные	Эмали: ГФ-571, МЛ-152, ПФ-223

Продолжение приложения 8

1	2	3	4	5	6
Разбавитель РЭ-4В ГОСТ 18187-72	Сольвент Этилцелло- зольв	30 70	18-24	Пентафтале- вые, глифта- левые, моче- вино- формальде- гидные	Лак МЧ-52 Эмали: МЛ- 152, ГФ-1426, ПФ-115, 133, 223
Разбавитель РЭ-5В ГОСТ 18187-72	Ксилол Диацетоновый спирт Этилцелло- зольв Бутиловый спирт	40 25 25 10	16-22	Перхлорви- ниловые	Эмали: ХВ- 113, 238, -124 ХС-119,
Разбавитель РЭ-6В ГОСТ 18187-72	Сольвент Диацетоновый спирт Ксилол	50 15 35	16-22	-	Эмаль ХВ-124
Разбавитель РЭ-7В ГОСТ 18187-72	Ксилол Бутилацетат Диацетоновый спирт Циклогексанон	60 25 10 5	12-18	Нитрацел- люлозные	Лаки: НЦ-241, НЦ-258
Разбавитель РЭ-8В ГОСТ 18187-72	Ксилол Бутиловый спирт	25 75	18-26	Алкидно- стирольные	Эмаль МС-17
Разбавитель РЭ-9В ГОСТ 18187-72	Сольвент Бутиловый спирт Этилцелло- зольв	50 30 20	14-20	Полиэффи- ракрилатные	Эмаль ПЭ-126



## Окончание приложения 8

1	2	3	4	5	6
Разбавитель РЭ-10В ГОСТ 18187-72	Сольвент Бутилацетат Этилцеллозольв	40 40 20	20-26	Масляные краски, густотертые белила на природных неорганических пигментах	-
Разбавитель РЭ-11В ТУ 6-10-875-72	Этилацетат Этилцеллозольв Циклогексанон Ксилол	20 30 10 40	18-24	Эпоксидные	Грунтовка ЭФ-083 Эмаль ФЛ-777
Растворитель РЭС-5107 ТУ 6-10-1816-81	Бутилацетат Толуол Ксилол	17 66 17	5,0-9,0	Сополимер винилхлорида с винилацетатом	Эмаль ХС-5107

\*Растворитель АР - бутилбензольная фракция с температурой кипения 140-150 °С, летучесть по диэтиловому эфиру 80-90.

## СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ.....	3
I	ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	5
II	ГЛОССАРИЙ.....	6
III	ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС.....	10
1	КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	10
1.1	Классификация конструкционных материалов.....	10
1.2	Строение металлических конструкционных материалов .....	12
1.3	Свойства конструкционных материалов .....	15
1.4	Металлы и их сплавы.....	22
1.4.1	Сталь.....	22
1.4.2	Чугун.....	30
1.4.3	Цветные металлы и сплавы.....	35
2	НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	45
2.1	Классификация неметаллических конструкционных материалов.....	45
2.2	Пластмассы.....	46
2.3	Керамические и металлокерамические мате- риалы.....	75
2.4	Стекломатериалы.....	79
2.5	Резины.....	85
2.6	Древесина.....	92
3	КОМПОЗИЦИОННЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....	98
4	ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	108
4.1	Эмали.....	111
4.2	Краски.....	118
4.3	Лаки.....	125
4.4	Полироли и защитные покрытия.....	131
5	ГРУНТОВКИ, ШПАТЛЕВКИ, РАЗБАВИТЕЛИ, ОТВЕРДИТЕЛИ, КЛЕИ.....	143
5.1	Грунтовки.....	143

5.2	Шпатлевки.....	151
5.3	Разбавители и отвердители.....	155
5.4	Клеи.....	165
IV	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ.....	169
6.1	ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1. Материалы, применяемые в автомобилестроении и ремонтном производстве. Металлы и сплавы.....	170
6.2	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. Материалы, применяемые предназначены для создания защитных и декоративных покрытий на металлических, деревянных, бетонных и других поверхностях.....	171
6.3	ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3. Материалы, применяемые в автомобилестроении и ремонтном производстве. Герметики, клеи и пластмасса.....	193
6.4	ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4. Материалы, применяемые в автомобилестроении и ремонтном производстве. Лакокрасочные материалы.....	197
6.5	ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5. Полимерные материалы.....	222
6.6	ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6. Правила смешения цветов.....	228
6.7	ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7. Подбор краски.....	236
V	ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ ПРОГРАММА КУРСА.....	241
V	ПРИМЕРНЫЕ ТЕСТЫ ПО КУРСУ.....	
VI	ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	288
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	

Составитель:  
кандидат технических наук  
Глущенко Андрей Анатольевич

**Конструкционные и защитно-отделочные материалы**  
Учебное пособие для студентов инженерно-физического факультета  
высоких технологий. –  
Ульяновск: УлГУ, 2019. –316 с.

Подписано в печать \_\_\_\_\_  
Формат 60х90/16 Бумага офсетная №1  
Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 19,75  
Тираж 150          Заказ \_\_\_\_\_

---

Адрес издателя: 432017, г. Ульяновск,