

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Строительные материалы»

## **КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**

по дисциплине «**Строительные материалы**» для студентов  
направления 08.03.01 «Строительство» профиля «Промышленное  
и гражданское строительство» заочной формы обучения

## 1. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

К теплоизоляционным относятся неорганические и органические материалы и изделия, предназначенные для тепловой изоляции строительных конструкций зданий и сооружений, технологического оборудования, трубопроводов и др.

Теплоизоляционные материалы должны:

- при температуре 25 °С обладать коэффициентом теплопроводности не более 0,175 Вт/м · К;
- иметь среднюю плотность не более 500 кг/м<sup>3</sup>;
- обладать стабильными физико-механическими и теплотехническими свойствами;
- не выделять токсичных веществ и пыли сверх предельно допустимой концентрации.

Одним из основных показателей назначения теплоизоляционных материалов является марка по средней плотности. Различают 17 марок по этому показателю: от 15 до 500 кг/м<sup>3</sup>. По состоянию структуры ТИМ подразделяются на жесткие (плиты, блоки, кирпич, скорлупы, сегменты и др.), гибкие (маты, матрацы, жгуты, шнуры и др.), сыпучие (зернистые, порошкообразные, волокнистые). По виду основного сырья они подразделяются на органические, неорганические, смешанные.

Таблица - Общая характеристика свойств ТИМ

Показатель	Классификация	Количественная характеристика
Сжимаемость	По величине деформации при давлении 2кПа: - мягкие (М) - полужесткие (ПЖ) - жесткие (Ж)	более 30% от 6 до 30% менее 6%
Плотность	По величине средней плотности: - особо легкие - легкие -средней плотности - плотные	15-75 кг/м <sup>3</sup> 100-175 кг/м <sup>3</sup> 200-350 кг/м <sup>3</sup> 400 и более кг/м <sup>3</sup>
Теплопроводность	По величине коэффициента теплопроводности при 25°С: - малотеплопроводные - средней теплопроводности -повышенной теплопроводности	менее 0,058 Вт/мК 0,058-0,116 Вт/м · К более 0,016 Вт/м · К
Предельная температура применения	- пластмассы (органические) - минеральные (неорганические) -ячеистые бетоны -зернистые (перлит, вермикулит)	60-180 °С до 600 °С 400-700 °С до 900 °С

Прочность мягких и полужестких ТИМ определяют по величине давления, вызывающего деформацию 10 %. Для большинства ТИМ этот показатель находится в пределах 0,2-2,5 МПа.

Предел прочности при изгибе жестких ТИМ составляет 0,15-0,5 МПа, а некоторых органических – 0,4-2 МПа

*Теплоизоляционными* называют материалы и изделия, препятствующие перемещению тепловых потоков через строительные ограждающие конструкции (стены, крыша, полы), технологическое оборудование, трубопроводы, тепловых и холодильных установок. Для них характерна высокая пористость, низкие средняя плотность и теплопроводность. Чем выше содержание воздуха в теплоизоляционном материале, тем он эффективнее. Применение этих материалов позволяет сократить расход топлива на отопление здания, снизить массу ограждающих конструкций, обеспечить комфортные условия проживания и работы.

Основными показателями качества теплоизоляционных материалов являются:

- интервал температур применения  $\Delta T$ , °С;
- средняя плотность  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>;
- отклонение от средней плотности  $\Delta\rho$ , кг/м<sup>3</sup>;
- теплопроводность  $\lambda$ , Вт/(м • К);
- группа горючести;
- предельно допустимая концентрация вредных веществ и пыли, выделяемых изделиями при их хранении и эксплуатации — ПДК, мг/м<sup>3</sup>;
- удельная эффективная активность естественных радионуклидов, Бк/кг.

Теплоизоляционные материалы по виду исходного сырья *классифицируют* на органические и неорганические. В зависимости от структуры, формы и внешнего вида *неорганические* материалы подразделяют на штучные волокнистые и ячеистые изделия, рулонные, рыхлые волокнистые и сыпучие зернистые материалы; *органические* — на волокнистые изделия, ячеистые и рыхлые сыпучие материалы.

В России выпуск теплоизоляционных материалов распределяется следующим образом: минераловатные шлаковые — 65 %, стекловатные — 9,3 %, пенопласты — 6,6 %, ячеистые бетоны — 6,6 %, базальтовые, перлитовые и вермикулитовые изделия — 12,5 %. Большой объем производства шлаковых минераловатных изделий, имеющих такие недостатки, как относительно высокий коэффициент теплопроводности, токсичность, способность впитывать воду, сжимаемость (слеживаемость), увеличивающуюся со временем, связан с их низкой стоимостью. За рубежом преобладают материалы на основе базальтового и стеклянного волокон, трудногорючие пенопласты, влагостойкие пеностирольные плиты, ячеистый бетон плотностью до 400 кг/м<sup>3</sup>.

Наряду со штучными, рулонными, рыхлыми сыпучими материалами в строительстве применяют *монолитную теплоизоляцию*. Для ее изготовления используют специальные напыляемые пенополиуретановые и полистиролбетонные смеси, гипсовые штукатурки, в которые в качестве мелкого заполнителя (наполнителя) входят неорганические или органические волокнистые материалы (минераловатные, асбест, отходы растительного сырья, синтетические волокна).

Эффекта теплозащиты можно достигнуть не только за счет создания высокопористой волокнистой или замкнутой ячеистой структуры, но и путем отражения инфракрасного излучения (до 90 %). Именно на этом основано применение лакокрасочного долговечного термоизоляционного покрытия «Термо-Шилд», представляющего собой водную дисперсию акриловых и латексных смол, в которой содержится до 2 млрд/л керамических вакуумированных шариков диаметром 8 мкм. При толщине слоя до 1 мм покрытие обладает паропроницаемостью, водонепроницаемостью, декоративностью, что позволяет применять его как для теплозащиты крыш, фасадов, так и внутри помещения.

## **2. АКУСТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

Совокупность многочисленных звуков, быстро меняющихся по частоте и силе, принято называть шумом. Шум в помещениях относится к категории санитарно-гигиенических вредностей, так как длительное его воздействие вредно для здоровья человека и понижает его работоспособность. Различают шумы воздушные и ударные. Воздушный шум возникает и распространяется в воздушной среде. Звуковые волны воздействуют на ограждающие конструкции зданий, приводят их в колебательное движение и тем самым передают звук в соседние помещения, отражаются и частично поглощаются ограждениями. Ударный шум возникает и передается в ограждающих конструкциях при ударных, вибрационных и других воздействиях непосредственно на конструкцию.

Вредное действие шумов стремятся уменьшить путем разработки рациональных планировочных и конструктивных решений зданий, осуществляемых с применением акустических материалов и изделий.

Акустическими называют материалы, способные поглощать звуковую энергию, а также снижать уровень силы и громкости проходящих через них звуков, возникающих как в воздухе, так и в материале ограждения. По назначению акустические материалы разделяют на звукоизоляционные и звукопоглощающие. Звукоизоляционными называют материалы, применяемые в основном для ослабления ударного шума. Звукопоглощающие материалы обладают свойством преимущественно поглощать энергию падающих на них звуковых волн (воздушные шумы).

Звукоизоляционная способность материала в ограждении оценивается по разности уровней звука с обеих сторон ограждения и выражается в децибелах. Предельные (максимально допустимые) уровни шума устанавливаются в зависимости от назначения помещения и частотной характеристики звука. Нормальное ухо человека воспринимает звуковые колебания частотой 16... 20 000 Гц, причем особо чувствительными являются частоты 1500...3000 Гц. Звукоизоляционная способность ограждения прямо пропорциональна десятичному логарифму его массы. Однако увеличение массы конструкций делает их слишком тяжелыми, громоздкими и дорогими. Гораздо эффективнее конструкции, изготовленные из пористых материалов, или многослойные конструкции, имеющие воздушные прослойки. В этом случае используются упругие свойства воздуха, который гасит звуковые колебания и прерывает распространение звука. По этой же причине и звукопоглощающие материалы стремятся изготавливать высокопористыми (пори-

стость 40... 90 %), т. е. как и теплоизоляционные материалы. Однако в отличие от теплоизоляционных материалов, где выгодны замкнутые воздушные поры, эффективность звукопоглощающих материалов возрастает при наличии сквозных пор или специально предусмотренной перфорации.

Акустические материалы должны сохранять свои свойства в процессе длительной эксплуатации и вместе с тем удовлетворять общим строительно-техническим требованиям по огнестойкости, био- и влагостойкости, механической прочности и экономичности.

Звукопоглощающие материалы снижают энергию падающих на них звуковых колебаний и поэтому служат для борьбы с воздушным шумом. При применении для акустической отделки внутри помещений они выполняют также декоративную роль (декоративно-акустические материалы).

Основной акустической характеристикой звукопоглощающих материалов является коэффициент звукопоглощения  $\alpha$ , равный отношению количества энергии звуковых колебаний, поглощенной материалом или конструкцией, к общему количеству звуковой энергии, падающей на изолируемую поверхность в единицу времени.

Все строительные материалы обладают в той или иной мере звукопоглощением. К звукопоглощающим материалам принято относить только те, которые имеют коэффициент звукопоглощения на средних частотах больше 0,2. Эти материалы характеризуются высокой, преимущественно открытой, пористостью. Для усиления поглощения звуковой энергии звукопоглощающие материалы часто дополнительно перфорируют. Перфорация облегчает доступ звуковых волн к материалу и в зависимости от размера и формы отверстий, их наклона и глубины, а также процента перфорации (отношение площади, занимаемой отверстиями, к общей площади изделия) увеличивает коэффициент звукопоглощения на 10...20 % и более. Для этой же цели фактуру поверхности изделий делают трещиноватой, бороздчатой или рельефной и окрашивают эмульсионными или клеевыми красками, образующими пористое покрытие.

Звукопоглощающие плиты целесообразно располагать в конструкции с воздушным зазором — «на отnose». При этом используются упругие свойства воздуха, что также увеличивает звукопоглощение конструкции.

Звукопоглощающие материалы применяют в виде однослойного однородного пористого материала с офактуренной поверхностью, двух- и многослойных пористых материалов с жестким перфорированным покрытием, а также в виде штучных одно- и многослойных изделий разнообразных размеров и формы.

Однослойные пористые звукопоглощающие материалы и изделия могут иметь волокнистую, конгломератную и ячеистую структуру. Из звукопоглощающих материалов с волокнистой структурой наибольшее значение имеют минераловатные и древесноволокнистые плиты.

Минераловатные плиты изготовляют из минерального, в том числе стеклянного или асбестового, волокна на синтетическом или битумном связующем. Эти плиты отличаются от теплоизоляционных более жестким скелетом, сквозной пористостью и внешней отделкой. Эффективными отделочными звукопоглощающими материалами на основе минеральных волокон являются плиты «акмигран» и «акминит». Для производства «акмигран» применяют минеральную или

стеклянную гранулированную вату и связующее, состоящее из крахмала, карбоксилцеллюлозы и бентонита. Из приготовленной смеси связующего и гранул ваты формуют плиты толщиной 20 мм, которые после сушки подвергают отделке (их калибруют, шлифуют и окрашивают). Лицевая поверхность плит имеет «трещиноватую» фактуру. Плиты «акминит» имеют несколько измененный состав (в частности, вместо бентонита используют каолин), а формуют их путем отливки в формах. Коэффициент звукопоглощения обоих видов плит в среднем и высоком диапазоне частот составляет 0,8...0,9. Плиты предназначены для акустической отделки потолков и верхней части стен общественных и административных зданий с относительной влажностью воздуха не более 75 %.

Для звукопоглощающих облицовок используют пористые (мягкие) древесноволокнистые плиты с плотностью 200...300 кг/м<sup>3</sup>. Плиты перфорируют обычно на 2/3 толщины круглыми отверстиями или пазами и окрашивают клеевой краской.

К материалам с конгломератной структурой относят акустические бетоны и растворы в виде плит, блоков, изготавливаемые на пористых заполнителях (вспученные перлит и вермикулит, легкие виды керамзита, природной или шлаковой пемзы) и белом, цветном или обычном портландцементных.

Среди материалов с ячеистой структурой наибольшее распространение получили плиты и блоки из ячеистых бетонов, пеностекла и поропласты (ячеистые пластмассы, содержащие сообщающиеся между собой поры).

Звукопоглощающие изделия из пористых материалов с перфорированным покрытием представляют собой пористый материал плотностью не более 100...140 кг/м<sup>3</sup>. Изготавливают их в виде минераловатных плит, рулонов, акустических бетонных плит или полиуретанового поропласта. С внешней стороны пористый материал закрывают перфорированным экраном, который изготавливают из слоистого пластика, дюралюминия, оцинкованной листовой стали, асбестоцементных листов, гипсовых акустических плит и т.д. Такие конструкции применяют для акустической отделки потолков и стен в общественных и культурно-бытовых зданиях.

Наибольший эффект звукопоглощения достигается при расположении звукопоглотителя в непосредственной близости от источника звука. В этом случае часть звуковой энергии гасится до того, как она проникает в помещение. Поэтому в общественных и особенно в промышленных зданиях большое практическое значение имеют штучные звукопоглотители в виде отдельных щитов, кубов, призм., конусов, шаров, подвешиваемых к потолкам шумных помещений или устанавливаемых на полу вблизи источника звука (станка, механизма и т.д.). Стенки штучных поглотителей имеют перфорацию, а полости между ними заполнены или облицованы изнутри пористыми материалами.

Высокого звукопоглощения при низких частотах достигают применением резонирующих панелей. Такие панели состоят из каркаса, на котором крепится мембрана из листов фанеры, жестких древесно-волокнистых плит или плотной ткани типа клеенки. Панели монтируют на потолке и стенах с определенным отнесом от ограждающей конструкции. Эффект звукопоглощения обусловливается активным сопротивлением системы, совершающей вынужденные колебания под действием падающей звуковой волны.

Акустические материалы являются родственными по отношению к теплоизоляционным. И тем и другим материалам необходима высокая пористость. Однако в связи с тем, что природа воздействия теплового и звукового потока различна, характер оптимальной структуры у них различается. Так, наиболее эффективными теплоизоляционными материалами являются те, которые обладают замкнутой мелкопористой структурой, исключающей конвекцию воздуха. Акустические, в частности звукопоглощающие, материалы должны иметь открытую пористую структуру, способную поглощать звуковую энергию. Для усиления этого эффекта поверхность изделий дополнительно перфорируют или же придают ей рельефный характер.

В зависимости от источника звуковых волн материалы подразделяют на звукопоглощающие, препятствующие отражению и наложению шумового звука, и звукоизоляционные, исключающие прохождение и распространение ударного звука по строительным конструкциям.

Таким образом, *основными показателями*, характеризующими эффективность материалов, являются: для звукопоглощающих — открытая пористость, для звукоизоляционных — низкий динамический модуль упругости.

*Звукопоглощающие* материалы должны обладать большой пористостью и декоративностью, малой гигроскопичностью, огне- и биостойкостью.

Предельно допустимый уровень шума (ПДУ) для производственных помещений составляет 80...85 дБ, для административных — до 51 дБ. За единицу звукопоглощения условно принимают звукопоглощение 1 м<sup>2</sup> открытого окна. Для эффективных материалов коэффициент звукопоглощения, т.е. отношение поглощенной энергии звука к энергии падающего звука, не должен быть меньше 0,4 при частоте 1000 Гц. С этой целью используют материалы пористой, волокнистой, ячеистой и смешанной структуры. К ним относятся гипсовые плиты с рельефным рисунком, гипсокартонные и асбестоцементные многослойные перфорированные плиты, минераловатные на крахмальном связующем («Акминит», «Акмигран») с шероховатой декоративной поверхностью и перфорированные.

Акустические мягкие, полужесткие, жесткие плиты (стекло-ватные, минераловатные или с использованием супертонкого базальтового волокна на полимерном связующем) выпускают с облицовкой листовыми перфорированными материалами: гипсовыми, асбестоцементными, слоистым пластиком, алюминием, сталью. Площадь перфорации составляет 15...20 %. Для повышения гигиеничности и улучшения сцепления звукопоглощающего слоя с лицевым экраном между ними прокладывают слой из редкой ткани. Акустические панели на основе минеральной или стеклянной ваты покрывают специальной полиэтиленовой пленкой или стеклотканью.

Древесноволокнистые акустические двухслойные плиты выполняют из мягкой и жесткой ДВП с перфорированной лицевой поверхностью. Для повышения огнестойкости их покрывают огнезащитными красками.

К звукопоглощающим изделиям полной заводской готовности также относятся:

- плиты звукопоглощающие ячеистобетонные плотностью до 350 кг/м<sup>3</sup> с пористой структурой и неглубокой перфорацией цветного лицевого слоя;
- блоки керамзитобетонные мелкозернистые звукопоглощающие;

- плиты перлитовые звукопоглощающие на жидком стекле или синтетическом связующем плотностью 250...350 кг/м<sup>3</sup>;
- плиты поливинилхлоридные полужесткие со средне- и мелкопористой структурой плотностью 100...120 кг/м<sup>3</sup>.

Наибольший эффект достигается при полном покрытии потолка звукопоглощающими материалами. Если такой возможности нет, то их располагают ближе к стенам, где энергетическая плотность звука наибольшая.

Кроме штучных материалов, для обеспечения звукопоглощения используют монолитные покрытия стен и потолков, выполняемые из акустических растворов, и бетон на пористых заполнителях и декоративных цементах. Как правило, эти материалы представляют собой сухие смеси, затворяемые водой непосредственно на строительной площадке.

*Звукоизоляционные* материалы предотвращают распространение и проникновение ударного звука. Они представляют собой пористые прокладочные материалы с небольшим модулем упругости, обуславливающим малую скорость распространения звука. Так, скорость распространения звуковых волн в стали — 5050 м/с, железобетоне — 4100, древесине — 1500, пробке — 50, поризованной резине — 30 м/с. Для устранения передачи ударного звука применяют конструкцию «плавающего» пола. С этой целью упругие прокладки укладывают между несущей плитой перекрытия и верхним покрытием пола, а также по периметру помещения для отделения пола от стен.

В качестве звукоизоляционных используют как традиционные материалы (мягкие древесноволокнистые плиты, асбестовый картон, минераловатные и стекловатные полосы толщиной 12...24 мм), так и современные (рулонные из прессованной пробки, листовые и рулонные пенополиэтиленовые, пенополистирольные, пенополиуретановые прокладки на бумажной основе, полиэстерные и пенополиуретановые маты, рулонные материалы и прокладки из синтепона, поризованной синтетической резины, а также вспученный вермикулит в полиэтиленовых мешках).

### 3. ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Битумы, как органические вяжущие вещества, состоящие из смеси высокомолекулярных углеводов, изменяющие свои свойства в зависимости от температуры.

Классификация органических вяжущих веществ:

- в зависимости от вида исходного сырья и технологии получения (природные битумы, нефтяные битумы, сланцевые битумы);
- в зависимости от консистенции при обычных и повышенных температурах (твердые битумы, вязкие битумы, жидкие битумы, битумные эмульсии и пасты);
- по назначению (строительные битумы, кровельные битумы, изоляционные битумы, дорожные битумы).

Химический состав битумов (содержание в элементарном химическом составе всех битумов углерода, водорода, кислорода, азота, серы).

Групповой состав битумов (содержание в битумах групп углеводов со



сходными свойствами – масел, смол, асфальтенов, карбенов и карбоидов, асфальтогеновых кислот и их ангидридов, парафинов).

Характеристика основных групп углеводородов по физическому и агрегатному состоянию, истинной плотности и молекулярной массе. Влияние группового состава битумов на их важнейшие физико-механические показатели: глубину проникания иглы, растяжимость, температуру размягчения, температуру хрупкости.

Нестабильность группового состава битума. Старение органических вяжущих веществ в процессе эксплуатации асфальтобетонного покрытия.

Строение органических вяжущих веществ.

Основы мицелярной теории строения органических вяжущих веществ по А.С. Кобановской и В.В. Михайлову.

Структурные типы битумов в зависимости от их коллоидного (дисперсного) строения, предопределяемого содержанием масел, смол и асфальтенов:

- гель, обладающий некоторыми свойствами твердых тел (способность сохранять форму, прочность, упругость);
- золь, в котором преобладает жидкая дисперсионная среда;
- золь-гель, занимающий промежуточное место между двумя предыдущими структурными типами.

Характеристика структурных типов битумов.

Природные битумы: определение, условия образования. Месторождения природных битумов:

- поверхностные (асфальтовые озера);
- пластовые;
- жильные;
- жильно-пластовые.

Классификация природных битумов в зависимости от консистенции при обычных и повышенных температурах:

- твердые (асфальтиты);
- вязкие (асфальты);
- жидкие (мальты).

Основные направления переработки асфальтовых горных пород:

- извлечение чистого битума;
- получение асфальтовых материалов (асфальтового порошка, асфальтовой мастики или холодного асфальтового бетона).

Рациональные области применения природных битумов.

Нефтяные битумы: определение.

Способы переработки нефти, как горючего ископаемого, и асфальто-смолистые остатки, образующиеся после фракционной перегонки и крекинг процесса. Мазут, гудрон и крекинг-остаток, как основное сырье для получения нефтяных битумов.

Классификация нефтяных битумов по способам производства:

- остаточные (жидкие и вязкие);
- окисленные;
- крекинговые;

- экстрактные;
- компаундированные.

Дорожные битумы, как разновидность нефтяных битумов, применяемых в качестве вяжущего материала при строительстве и ремонте асфальтобетонных дорожных и аэродромных покрытий. Их строительные свойства.

Нормативные документы на вязкие и жидкие нефтяные дорожные битумы.

Способы получения и область применения вязких нефтяных дорожных битумов. Их физико-механические показатели:

- глубина проникания иглы (пенетрация);
- температура размягчения;
- растяжимость (дуктильность);
- индекс пенетрации;
- температура хрупкости;
- температурный интервал превращения (пластичности);
- температуры вспышки;
- изменение температуры размягчения после прогрева.

Остаточные и разжиженные нефтяные дорожные битумы. Их классификация в зависимости от скорости формирования структуры:

- густеющие со средней скоростью (СГ);
- медленногустеющие (МГ, МГО).

Физико-механические показатели жидких нефтяных дорожных битумов:

- условная вязкость;
- количество испарившегося разжижителя;
- температура размягчения остатка после определения количества испарившегося разжижителя;
- температура вспышки.

Дорожные битумные эмульсии и битумно-полимерные (полимеродифицированные): определение, состав, назначение.

Эмульсии, как дисперсные системы, образованные двумя несмешиваемыми жидкостями.

Классификация дорожных битумных эмульсий по структуре:

- прямые («масло в воде»);
- обратные («вода в масле»).

Распад эмульсий. Роль эмульгаторов в повышении стойкости эмульсий против распада.

Классификация прямых эмульсий по химической природе эмульгатора:

- катионные;
- анионные;
- пасты.

Взаимодействие прямых эмульсий с минеральными материалами кислого и основного характера. Применение прямых эмульсий в дорожном строительстве.

Характеристика и назначение обратных эмульсий.

Составы прямых и обратных эмульсий, а также паст, технологические схемы их приготовления в эмульсионных машинах (диспергаторах).

Свойства дорожных битумных эмульсий:

- устойчивость при перемешивании со смесями минеральных материалов пористого и плотного зерновых составов;
- содержание вяжущего (битума) с эмульгатором;
- условную вязкость;
- сцепление эмульсий с минеральными материалами;
- остаток на сите с сеткой № 014;
- устойчивость при хранении.

Класс дорожных битумных эмульсий в зависимости от устойчивости при перемешивании со смесями минеральных материалов пористого и плотного зерновых составов:

- быстрораспадающиеся (анионные: ЭБА-1, ЭБПА-1; катионные: ЭБК-1, ЭБПК-1);
- среднераспадающиеся (анионные: ЭБА-2, ЭБПА-2; катионные: ЭБК-2, ЭБПК-2);
- медленнораспадающиеся (анионные: ЭБА-3, ЭБПА-3; катионные: ЭБК-3, ЭБПК-3).

Формирование структуры эмульсионно-минеральных смесей.

Основные направления использования дорожных битумных эмульсий в транспортном строительстве.

#### **4. АСФАЛЬТОБЕТОНЫ**

Асфальтобетон и полимерасфальтобетон, как искусственные камневидные материалы, получаемые в результате уплотнения смеси минеральных материалов (щебня (гравия) и песка с минеральным порошком или без него) с органическими вяжущими веществами, взятых в определенных соотношениях и перемешанных в нагретом состоянии. Их преимущества и недостатки. Термо- пластичность асфальтобетона и полимерасфальтобетона.

Классификация асфальтобетонов и полимерасфальтобетонов в зависимости от:

- производственного назначения;
- вида минеральной составляющей;
- вязкости битума и температуры при укладке;
- наибольшего размера минеральных зерен;
- способа уплотнения;
- показателей физико-механических свойств и применяемых материалов.

Виды асфальтобетонов из горячих смесей и полимерасфальтобетонов в зависимости от величины остаточной пористости. Требования к остаточной пористости асфальтобетонов из холодных смесей. Типы плотных асфальтобетонов и полимерасфальтобетонов в зависимости от содержания щебня (гравия). Типы песчаных асфальтобетонов и полимерасфальтобетонов в зависимости от вида песка.

Особенности использования асфальтобетонов и полимерасфальтобетонов

различных видов и типов в конструктивных слоях дорожных одежд.

Материалы для асфальтобетона и технические требования к ним:

- органические вяжущие вещества (вязкие и жидкие нефтяные дорожные битумы; дорожные битумные эмульсии, полимерные и другие модифицированные битумные вяжущие;
- щебень и гравий из основных и кислых плотных горных пород и шла-

ков;

- песок (природный, дробленый, из отсеков дробления горных пород);
- минеральный порошок (активированные и неактивированный).

Структура асфальтобетона. Понятия «минеральный остов» и «асфальтовое вяжущее». Зависимость структура асфальтобетона от плотности и пористости минерального остова и самого асфальтобетона, а также структуры и объема асфальто-вяжущего.

Рассмотрение основных факторов, оказывающих влияние на формирование структуры асфальтобетона:

- гранулометрический состав щебня (гравия) и песка;
- форма зерен минеральных составляющих и характер их поверхности;
- минералогический состав заполнителей (кислые или основные) и их загрязненность;
- вязкость применяемого дорожного битума и его количество.

Описание структуры асфальтобетона на микро-, мезо- и макроструктурном уровнях. Понятия: «бескаркасная», «полукаркасная» и «каркасная» структуры асфальтобетона.

Основы проектирования состава асфальтобетона.

Характеристика этапов проектирования состава асфальтобетона:

- испытания исходных материалов и установление их пригодности для применения в асфальтобетоне требуемого качества;
- расчет состава асфальтобетонной смеси;
- определение оптимального количества битума;
- изготовление контрольных образцов из запроектированной смеси и их испытание с целью определения соответствия свойств асфальтобетона требованиям нормативных документов.

Прерывистая и непрерывная гранулометрия смеси минеральных составляющих асфальтобетона. Теоретические основы их получения и применения.

Свойства асфальтобетона: методики определения и влияние на качество асфальтобетонного покрытия.

Физические свойства:

- средняя и истинная плотность асфальтобетона;
- остаточная пористость асфальтобетона;
- водонасыщение и набухание асфальтобетона;
- средняя и истинная плотность минерального остова;
- пористость минерального остова;

Механические свойства:

- предел прочности асфальтобетона при осевом сжатии;
- водостойкость;
- морозостойкость;
- предел прочности на растяжение при изгибе;
- предельная относительная деформация растяжения при изгибе;
- модуль деформации.

Эксплуатационные свойства:

- трещиностойкость;
- сдвигоустойчивость по коэффициенту внутреннего трения и лабораторному

показателю сцепления при сдвиге.

Удобообрабатываемость асфальтобетонных смесей. Термины: «удобоукладываемость» и «уплотняемость».

Классификация асфальтобетонных смесей в зависимости от удобообрабатываемости:

- жесткие;
- пластичные;
- литые.

Управление удобообрабатываемостью асфальтобетонных смесей с помощью факторов ее определяющих: температуры; состава и структуры смеси; вязкости битума; качества и количества минерального порошка; гранулометрического состава и характера поверхности зерен минеральных составляющих; качества перемешивания.

Однородность асфальтобетонных смесей. Использование методов математической статистики и коэффициента вариации для оценки однородности горячих и холодных асфальтобетонных смесей.

Асфальтобетонные заводы: стационарные и передвижные (временные). Основные цеха и службы асфальтобетонных заводов.

Классификация асфальтосмесителей:

- по производительности;
- по принципу действия;
- по способу перемешивания;
- по конструктивной компоновке.

Характеристика основных этапов технологического процесса приготовления асфальтобетонной смеси:

- подготовки минеральных составляющих асфальтобетонной смеси;
- подготовки битума;
- перемешивания минеральных материалов с битумом;
- выгрузки готовой смеси.

Горячий асфальтобетон: определение, преимущества и недостатки, особенности формирования структуры, применение в современном дорожном строительстве.

Правила укладки и уплотнения горячих асфальтобетонных смесей. Описание асфальтоукладчика и его основных узлов. Классификация катков и их использование для уплотнения горячих смесей. Оценка качества уплотнения горячих асфальтобетонных смесей.

Холодный асфальтобетон: определение, преимущества и недостатки, особенности формирования структуры, применение в современном дорожном строительстве.

Правила укладки и уплотнения холодных асфальтобетонных смесей. Методика определения слеживаемости холодных смесей.

Контроль качества приготовления горячих и холодных асфальтобетонных смесей:

- входной контроль;
- операционный контроль;
- выходной контроль (приемосдаточные и периодические испытания).

Разновидности горячего асфальтобетона (отличительные особенности, технические требования, рациональные области применения в современном строительстве):

- литой асфальтобетон;
- щебеночно-мастичный асфальтобетон;
- асфальтобетон светлых тонов;
- цветной асфальтобетон;
- кислотостойкий и щелочестойкий асфальтобетон;
- сборные плитные изделия из асфальтобетонных смесей.

*Асфальтобетонная смесь* – рационально подобранная смесь минеральных материалов (щебня, гравия) и песка с минеральным порошком (или без него) с битумом, взятых в определенных соотношениях и перемешанных в нагретом состоянии.

Состав асфальтобетона:

щебня или гравия 20-65 %;

песка 20-66 %;

минерального порошка 4-14 %;

битума 5-7 %.

Смесь минерального порошка (МП) с битумом (Б) называют **асфальтовым вяжущим**.

Достоинства от других битумо-минеральных вяжущих:

- высокая плотность
- высокая прочность
- высокая водостойкость
- способность к упругим и пластическим деформациям
- хорошее сцепление с автомобильными шинами
- возможность получения ровной поверхности с бесшумным скоростным движением автомобилей

- сравнительная простота ремонта
- высокая скорость укладки с применением широкой механизации работ

Недостатки:

- термопластичен, т. е. размягчается и снижается прочность до 0,8-1,0 МПа в жаркие летние дни, когда температура покрытия поднимается до 40-50<sup>0</sup>С, а зимой при отрицательной температуре повышается прочность до 10-15 МПа и твердость и хрупкость.

- Термопластичностью объясняется и характер деформаций на покрытиях: летом возникают и развиваются пластические сдвиги, колея, волны; зимой, - трещины.

*От всех битумо-минеральных материалов асфальтобетон отличается обязательным содержанием минерального порошка и точным дозированием всех компонентов, что возможно только при использовании специализированного сложного оборудования и средств автоматизации.*

Требования к составам а/б смесей и а/бетонам, нормированы тремя нормативными документами:

ГОСТ9128-97 – Смеси а/б дорожные, аэродромные и а/бетон. Технические условия.

ГОСТ12801-84- Смеси а/б дорожные и аэродромные, дегтебетонные, а/бетон и дегтебетон. Методы испытаний.

СНиП 2. 05. 02 – 85 Автомобильные дороги. Проектирование.

Классификация а/бетона.

*Классификация асфальтобетона.* ГОСТ 9128-97 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия» устанавливает следующие классификационные признаки асфальтобетона

- Асфальтобетонные смеси на вязких битумах называются **горячими**, на жидких – **холодными**.

**Горячие** укладывают при температуре **не ниже 120°С** и изготавливают с использованием вязких и жидких нефтяных дорожных битумов. **Холодные** приготавливают с использованием жидких нефтяных дорожных битумов и укладывают с температурой **не ниже 5°С**.

**По наибольшей крупности** минеральных зерен асфальтобетон может быть крупнозернистым – до 40 мм,

мелкозернистым – до 20 мм и

песчаным до 5 мм.

Смеси холодные делятся на **мелкозернистые** и **песчаные**.

**В зависимости от содержания щебня** асфальтобетон подразделяется на типы:

А – 50...60%

Б – 40...50%

В – 30...40%

Г – песчаный с искусственным (дробленным) песком

Д – песчаный с природным песком

Для обозначения холодных смесей добавляется индекс х, например, Б<sub>х</sub>, В<sub>х</sub> и т.д.

- **По пористости асфальтобетон** из горячих смесей подразделяется на разновидности:

высокоплотные 1...2,5 % пор по объему;

плотные 2,5...5,0 % пор по объему;

пористые 5...10 % пор по объему;

высокопористые 10...18 % пор по объему.

Покрытия из холодных смесей должны иметь остаточную пористость от 6,0 до 10,0%.

Холодные щебеночные и гравийные смеси и соответствующие асфальтобетоны по содержанию щебня (гравия) делятся на типы **Бх** и **Вх**.

Смеси песчаные, горячие и холодные, и соответствующие асфальтобетоны по виду песка делятся на следующие типы:

**Г** и **Гх** — приготовленные на песках из отсевов дробления или на их смесях с природным песком при содержании природных не более 30% по массе;

**Д** и **Дх** — приготовленные на природных песках или смесях природных песков с отсевами дробления при содержании последних менее 30% по массе.



### Типы асфальтовых смесей

Типы смесей		Количество щебня (гравия), % по массе	Вид песка
Горячие для плотного асфальтобетона	Холодные		
А	-	Свыше 50 до 60 включительно щебня	-
Б	Б <sub>х</sub>	Свыше 40 до 50 включительно щебня и гравия	-
В	В <sub>х</sub>	Свыше 30 до 40 включительно щебня и гравия	
Г	Г <sub>х</sub>		Отсевы дробления или смесь с природным песком до 30%
Д	Д <sub>х</sub>		Природный песок или смесь с отсевами дробления до 30%

- По качеству составляющих материалов и физико-механическим свойствам асфальтобетон подразделяется на марки:

I – для горячего высокоплотного асфальтобетона

I-II-III – для горячего плотного асфальтобетона

I-II – для горячего пористого и высокопористого и для холодного асфальтобетона

Тип асфальтобетона и его марку назначают в зависимости от характера движения автомобилей конструкции дорожной одежды, имеющихся материалов, климатических условий района строительства и условий производства работ. Если выбранный асфальтобетон не соответствует условиям эксплуатации, на покрытии возникают и развиваются деформации и разрушения, а именно:

- пластические сдвиги, волны, колея при высокой летней температуре
- трещины зимой
- шелушение поверхности и выбоины при знакопеременной температуре весной.

Минеральные материалы для асфальтобетона

#### **Заполнители.**

**Щебень** (ГОСТ 8267-93) – дробленый и разделенный на фракции материал из монолитных горных пород, или получаемый дроблением гравия. Для дробления используют в основном граниты и известняки и применяют различные по конструкции и мощности камнедробильные машины, от которых зависит качество получаемой

продукции. Лучшей формой зерен щебня считается кубовидная или тетраэдрическая.

Производство щебня включает следующие этапы: добычу камня, дробление, сортировку (грохочение). Добыча камня производится в карьерах в основном буровзрывным способом, затем сырье доставляется на дробильно-сортировочный завод.

Содержание зерен щебня лещадной (ширина их в 3 раза превышает толщину) и игловатой (длина в 3 и более раза превышает толщину и ширину) формы не должно быть больше допустимых стандартов, приведенных в табл. 15.

*Щебень* из плотных горных пород и гравий должны отвечать требованиям ГОСТ 8267-93, а *щебень* из металлургических шлаков требованиям ГОСТ 3344-83.

Прочные и морозостойкие магматические, метаморфические и осадочные горные породы

Медленноохлажденные металлургические шлаки

Прочность при сжатии не менее 100...120 МПа – для магматических и метаморфических пород

Прочность для осадочных карбонатных и металлургических шлаков – не менее 80-100 МПа

Качество щебня и гравия характеризуется показателями крупностью и формой зерен,

содержанию пылевидных и глинистых частиц и прочности.

Для дорожного строительства щебень применяют в основном четырех фракций: с размером зерна 5-10; 10-20; 20-40; 40-70(80) мм.

**Крупность щебня** и гравия устанавливается в пределах от 5,0 до 40 мм, а по фракциям от 5-20 или 5-15 мм до 20-40 мм.

**Форма зерен** щебня должна быть кубовидной и тетраэдной, а поверхность – шероховатой, что повышает внутреннее трение и прилипание вяжущего. Содержание зерен лещадной (ширина их в 3 раза превышает толщину) и игловатой (длина в 3 и более раза превышает толщину и ширину) формы в щебне и гравии должно быть, в % по массе, не более:

15 – для смесей типа А и высокоплотных;

25 – для смесей типа Б и Бх;

35 – для смесей типа В и Вх..

Большее содержание лещадных зерен приводит к их дроблению при укатке.

**Загрязняющих примесей** (глинистых, пылеватых) не должно быть больше 1,5% по массе. Щебень должен быть чистым

**Прочность щебня** и гравия нормированы стандартом на а/бетон ГОСТ 9128-97 марками

- по раздавливанию в цилиндре,
- по износу в полочном барабане,
- по морозостойкости.

Показатель прочности при износе в полочном барабане для щебня из горных пород устанавливается не более 25...35%

Марка по морозостойкости не менее 50 циклов попеременного замораживания и оттаивания, а для нижнего слоя покрытия – не менее 25 циклов.

**Гравий** (ГОСТ 8267-93) получают делением (разгрохоткой) на фракции песчано-гравийных смесей.

Природный гравий представляет собой рыхлую смесь окатанных обломков горных пород размером от 5(3) до 70(80) мм. По происхождению он может быть горным, речным, морским и ледниковым. Горный гравий имеет более угловатую форму зерен, что благоприятно сказывается на сцеплении с вяжущим, но более загрязнен пылевато-глинистыми примесями. Речной и морской гравий имеет гладкую поверхность, что ухудшает сцепление с вяжущим. Лучшей разновидностью гравия считается ледниковый, который менее окатан и имеет более равномерный зерновой состав. Из-за недостаточного сцепления с цементным камнем в бетоне гравий, как правило, не применяется в бетонах с пределом прочности выше 30 МПа.

Обработка гравия заключается в его сортировке по фракциям и промывке. При содержании в гравии природного песка от 25 до 40% материал называют гравийно-песчаной смесью.

Гравий для асфальтобетонов должен соответствовать требованиям ГОСТ 8267-93. Для асфальтобетонов применяют гравий фракций 5-10, 10-20(15), 20(15)- 40, а также смеси указанных фракций.

Качество щебня и гравия характеризуется показателями:

- прочности (маркой по раздавливанию в цилиндре, по сопротивлению износу в полочном барабане, по морозостойкости)
- крупностью и формой зерен (фракции 5...40 мм. форма зерен- кубовидная, количество лещадных зерен для смеси А до 15%, для смеси Б 25% и В -35% по массе)
- степенью загрязненности пылевато-глинистыми частицами (не более 1,5% по массе)
- петрографическим составом, который влияет на шероховатость покрытия. Чем выше шероховатость, тем лучше сцепление колес автотранспорта с дорогой. Шероховатость для гранита сохраняется до 5 лет эксплуатации дороги, а для известняка – один сезон, хотя адгезия битума к поверхности известняка больше, чем к граниту.

**Песок** (ГОСТ 8736). Песком называют рыхлую смесь зерен материала природного или искусственного происхождения размером от 0,16 до 5 мм.

По минерало-петрографическому составу различают кварцевые, полевошпатные, карбонатные и другие пески. Как правило, лучшие по качеству пески – кварцевые, и они чаще других используются. Однако при производстве бетонов и асфальтобетонов их можно заменять на другие пески.

По происхождению пески подразделяются на горные (овражные), речные, морские, барханные, дюнные и др. Каждый из них имеет положительные и отрицательные свойства: горные пески содержат повышенное содержание глины, но обладают неокатанной формой зерен, более благоприятно влияющей на прочность сцепления с цементным камнем в бетоне. Морские могут содержать обломки раковин, снижающих прочность бетонов и асфальтобетонов. Кроме того, речные и морские пески имеют гладкую поверхность зерен, не обеспечивающую достаточного сцепления с вяжущим веществом, но они более чистые. Дюнные и барханные пески сложены очень мелкими частицами, не отвечающими требованиям стандартов.

Показателями, характеризующими пески, являются:

- зерновой состав и модуль крупности
- содержание пылеватых и глинистых частиц
- минерало-петрографический состав

В асфальтобетонах могут применяться различные пески. Крупные пески оцениваются модулем крупности  $M_{кр} > 2,5$  и содержанием в них зерен крупнее 0,63 более 50%. Пески средние оцениваются модулем крупности  $M_{кр} = 2 - 2,5$  и содержанием в них зерен крупнее 0,315 в пределах 35- 50%.

Применяемый для асфальтобетонів песок природный и из отсеивов дробления горных пород должен соответствовать требованиям ГОСТ 8736, согласно которому содержание глинистых частиц не должно превышать 0,5% для асфальтобетона марок I и II, и не более 1% для марки III.

Прочность песков оценивается по прочности горных пород, при естественном разрушении которых они образуются (природные пески), или из которых получают-ся при дроблении (дробленые пески).

**Минеральный порошок(МП)** (ГОСТ 52129-2003). Он представляет собой полидисперсный материал и является важнейшим структурообразующим компонентом асфальтобетона. На его долю приходится до 95% суммарной поверхности минеральных зерен асфальтобетона.

*Минеральный порошок является важнейшим компонентом асфальтобетона, выполняющим две функции:*

- *заполняет пустоты песчано-щебеночного каркаса и повышает плотность минерального состава;*
- *превращает битум при смешивании с ним в прочное асфальтовое вяжущее вещество, связывающие зерна заполнителя в прочный монолит.*

Основное назначение минерального порошка – переводить объемный битум в пленочное состояние. При этом повышается вязкость и прочность битума. Вместе с битумом минеральный порошок образует структурированную дисперсную систему, которая выполняет роль вяжущего материала в асфальтобетоне. Кроме того, минеральный порошок заполняет поры между частицами песка что способствует повышению плотности асфальтобетона и снижению расхода битума.

**Сырье** для производства МП служит известняк, доломит, а также известняковые и доломитовые асфальтовые породы (прочность исходных пород для получения которых не должно быть меньше 200 кг/см<sup>2</sup>).

Допускается применение порошковых отходов промышленности: цементной пыли, пыли уноса ТЭЦ, золы каменного угля, отходы асбоцементного завода, молотых основных доменных шлаков, которые удовлетворяют требованиям стандарта ГОСТ 9128-87.

Материалы, предназначенные для приготовления МП, не должны содержать загрязняющих и глинистых примесей более 5%.

МП должен быть сухим, рыхлым, не комковаться при смешивании с битумом

#### **Свойства минерального порошка**

Удельная поверхность 2500-4500 см<sup>2</sup>/г

Тонкость помола

При мокром рассеиве сквозь сито с отв. 1,25 мм должно пройти 100%

0,315-не менее 90%

0,071 мм-не менее 70%

Коэффициент гидрофильности (для частиц менее 1,25 мм)

отношение набухания минерального порошка в воде (полярная среда) к набуханию в обезвоженном керосине (неполярная среда). Более гидрофильные порошки имеют большое сродство с водой и характеризуются коэффициентом гидрофильно-

сти более 1, а менее гидрофильные – менее 1. Для а/бетонов не рекомендуют порошки с коэффициентом гидрофильности более 1. Набухание смеси порошка с битумом не должно превышать 2,5%.

### Битумы

Марку вязкого битума, а также класс и марку жидкого битума выбирают в зависимости от вида асфальтобетона, климатических условий района строительства и категории дороги, а для холодного асфальтобетона – с учета условий и сроков хранения смеси на складе.

Для приготовления горячих смесей применяют вязкие нефтяные битумы марок БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130, БН 60/90 по ГОСТ 22245-76, а для теплых смесей – вязкие битумы марок БНД 130/200, БНД 200/300, БН 130/200, БН 200/300 по ГОСТ 22245-76 и жидкие битумы марок СГ130/200, МГ 130/200 и МГО 130/200 по ГОСТ 11955-82.

Для приготовления холодных смесей следует применять жидкие нефтяные дорожные битумы марок СГ 70/130, МГ 70/130 и МГО 70/130 по ГОСТ 11955-82.

### Свойства асфальтобетона

- Прочность
- Деформативность
- Ползучесть
- Релаксация
- Водостойкость
- Износостойкость
- Морозостойкость

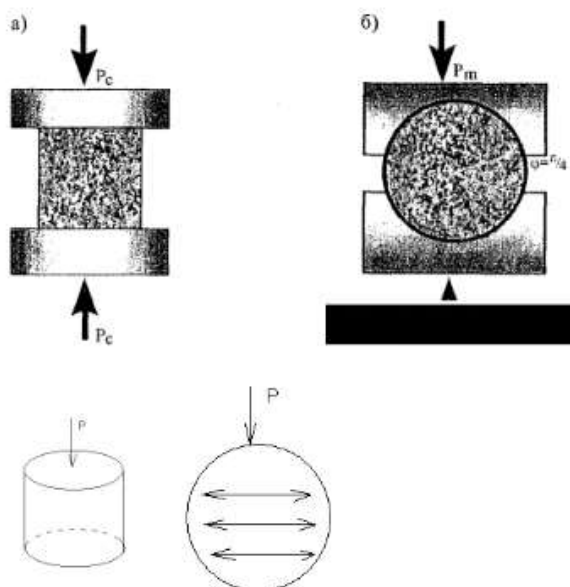
Прочность при сжатии нормируют при температурах 50°C, 20°C 0°C, что соответствует температуре покрытия в жаркий летний день и осеннее-зимний период.

С увеличением вязкости битума прочность а/б увеличивается

Прочность при сжатии определяют осевым сжатием

$R_{сж} = P/A$  [МПа] на образцах размером 50,5x50,5 или 71,4x71,4

Испытание на сжатие по образующей- «бразильский метод», создавая давление на боковую поверхность образца.



Испытание давлением на боковую поверхность образца отражает предельное сопротивление материала растягивающим напряжениям

Прочность а/б при растяжении в 6-8 раз меньше, чем прочность при сжатии

### **Деформативность**

Оценивается по относительной деформации а/бетонных образцов при испытании на изгиб (баллочки 4х4х16 см) или на растяжении

Покрытие будет устойчивым против образованию трещин, если а/бетон обладает относительным удлинением при 0<sup>0</sup>С не менее 0,004...0,008

-20 <sup>0</sup>С не менее 0,001...0,002

### **Ползучесть**

Деформирование а/бетона во времени под действием постоянной нагрузки.

Проявляется при любом виде нагружения:

- Растяжении
- Изгибе
- Сжатии

*Проявление:*

- В виде волн и наплывов
- Развития колеиности

### **Релаксация**

Заключается в «перерождении» упругой деформации в пластичную

Зависит от:

- Наличия битума
- Скорости деформирования (нагружения)
- Влияния напряжения

### **Водостойкость**

Зависит от плотности и устойчивости адгезионных связей. Для асфальтобетона коэффициент размягчения должен быть  $K_{\text{разм}}=0,6-0,9$

### **Износостойкость и шероховатость а/бетонных покрытий**

- Проявляется в виде абразивного истирания поверхности, шелушения с выкрашиванием отдельных зерен щебня и песка, разрушения покрытия на всю толщину слоя.

- Все это результат одновременного воздействия воды, температуры, давления и ударов автомобильных колес

### **Морозостойкость**

Определяют числом циклов замораживать насыщенным водой образцов на воздухе при температуре -20<sup>0</sup>С и оттаивание в воде при комнатной температуре

Для асфальтобетонов морозостойкость должна быть F не менее 25 циклов

Виды асфальтобетонов

### **Теплый асфальтобетон.**

По своим свойствам занимает как бы промежуточное положение между горячим и холодным. Формирование структуры у теплого а/б происходит быстрее, чем у холодного, но медленнее, чем у горячего. Такой а/б по сравнению с горячим имеет меньшую прочность и деформативную устойчивость, особенно при высоких температурах.

Материалы:

**битум** БНД 200/300 и БНД130/200 или жидкие битумы

**минеральный порошок** – известняковый более тонкого помола, чем в горячих

**заполнители** щебень и песок дроблением основных пород габбровых или диабазовых или прочные шлаки.

Последовательность расчета состава теплого а/б аналогична горячим смесям. Приготовление теплых а/б смесей ведут на тех же установках, на которых готовят горячие смеси. Температура готовой теплой массы при ее выходе из смесителя должна быть 90-130°C. Укладку теплых смесей ведут асфальтоукладчиками при температуре не ниже 60°C, а уплотнение – при температуре выше 50°C в зависимости от вязкости битума и температуры воздуха. Смеси уплотняют сначала легкими, затем средними и окончательно тяжелыми катками.

Если погода холодная массу уплотняют сразу же после ее укладки в покрытие. Толщину рыхлого слоя назначают на 15-20% больше проектной толщины покрытия.

*Применение.* Используют при строительстве дорожных покрытий капитального типа и для устройства нижних слоев в покрытиях.

**Холодный асфальтобетон (холодный асфальт).**

*Материалы.*

*Битум* жидкий или разжиженный в горячем состоянии, битумную эмульсию – в холодном.

*Заполнители.*

*Щебень* из морозостойких карбонатных пород (известняков, доломитов) и доменных шлаков с пределом прочности при сжатии не менее 80 МПа,

а при использовании магматических и метаморфических пород – не менее 100 МПа. Чтобы покрытие не было скользким при его эксплуатации, к известняковому щебню добавляют до 30% мелкого (8-10 мм) щебня из гранита, диабазы, базальта или искусственного дробленого песка из тех же пород. *Песок* должен быть чистым, однородным, морозостойким, без органических примесей или глинистых частиц, способных набухать в воде.

*Минеральный порошок.* Известняковый для повышения вязкости и клеящей способности разжиженного или жидкого битума.

*Свойства.*

Прочность при сжатии в сухом и водо-насыщенном состояниях при 20 градусах соответственно 1,5-2,0 МПа и 1,0-1,5 МПа

Коэффициент водостойкости не менее 0,6-0,8

*Достоинства.* Холодный асфальт может длительное время оставаться в рыхлом состоянии в складских условиях (до 8-10 месяцев). Поэтому холодную а/б массу обычно готовят в зимнее время года с тем, чтобы ее раскладку в покрытие произвести с наступлением весны. Слеживаемость холодного а/б при длительном хранении уменьшают, добавляя на последней стадии перемешивания ССБ, хлорное железо, водный раствор соапстока и некоторые другие специальные добавки в количестве до 2-3 %.

*Приготовление* холодного асфальта осуществляется в горячем и холодном состояниях. Более распространен в строительстве холодный асфальт на основе жидкого или разжиженного битума. Укладку массы предпочтительнее производить еще в теплом состоянии. При работе во влажную погоду используют холодный асфальт, приготовленный на битумной эмульсии.

*Применение.*

Его применяют для создания верхних слоев дорожных покрытий и при производстве ремонтных работ. В частности, при восстановлении сильно износившихся покрытий.

### ***Литой асфальтобетон.***

Литой асфальтобетон представляет собой разновидность горячего а/б, но содержит повышенное количество асфальтовяжущего вещества, т.е. битума и минерального порошка имеет повышенную пластичность. Ввиду повышенной пластичности такой асфальтобетон после укладки и уплотнения имеет очень малую остаточную пустотность.

Для приготовления литых а/б смесей применяют: гравий или щебень, песок, минеральный порошок, битум, асфальтовую мастику.

В зависимости от крупности зерен литой а/б бывает среднезернистый (наибольший размер зерен 7-10 мм) и песчаный (наибольший размер зерен до 3 мм)

Расчет состава ведут путем изготовления и испытания нескольких вариантов смеси с различным количеством составляющих материалов. Технические требования к качеству литого асфальтобетона строго не нормированы. Однако при подборе состава такого бетона предел прочности при сжатии цилиндрических образцов необходимо иметь и , водонасыщение не более 1% по объему, остаточную пористость не более 3% по объему.

**Достоинства.** Работы по его укладке можно производить при сравнительно низких температурах (до  $-10^{\circ}\text{C}$ ) воздуха. Не требует продолжительного уплотнения массы катками или трамбования при ямочном ремонте. Относительно высокая долговечность, износостойкость и шероховатость.

**Недостатки.** Податливость к сдвиговым деформациям в жаркое летнее время и склонностью к трещинообразованию от неравномерных тепловых напряжений в период отрицательных температур воздуха.

**Применение.** Для укладки дорог высоких категорий, мостах, путепроводах, эстакадах и взлетно-посадочных полосах аэродромов.

## **5. БИТУМНЫЕ И ДЕГТЕВЫЕ КРОВЕЛЬНЫЕ И ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Кровельные, гидроизоляционные и герметизирующие материалы позволяют надежно и длительный период эксплуатировать сооружения. От их долговечности во многих случаях зависит и долговечность конструкций. *Кровельные материалы* должны обладать не только прочностью, но и атмосферостойкостью, водостойкостью, водонепроницаемостью и теплостойкостью.

*Гидроизоляционные материалы* подвергаются часто значительному напору воды, в том числе содержащей примеси. Кроме свойств, присущих кровельным материалам, они должны иметь повышенную прочность и водонепроницаемость, химическую стойкость, а также достаточную эластичность, чтобы не могли возникнуть трещины и разрывы вследствие возможных усадочных, температурных и других деформаций, изолируемых конструкций.

Указанным требованиям в значительной степени удовлетворяют кровельные и гидроизоляционные материалы, получаемые на основе битумов и дегтей.

Битумные и дегтевые рулонные кровельные материалы, несмотря на некоторые существенные недостатки по сравнению с асбестоцементными и черепицей



(меньшая долговечность и огнестойкость, необходимость устройства для их укладки сплошной обрешетки), широко применяют в строительстве, особенно в промышленном. Они позволяют устраивать кровли с малым уклоном, плоские кровли и крыши сложной конфигурации; при их применении сокращаются расходы на эксплуатацию кровли в условиях агрессивной среды и т. п.

В общем объеме всех видов кровельных материалов около 50 % приходится на долю мягкой кровли.

Кровельные и гидроизоляционные материалы на основе битумов и дегтей делят на *рулонные, листовые и штучные изделия, обмазочные материалы — мастики, эмульсии и пасты, а по виду вяжущих — на битумные, дегтевые, гудрокамовые, резинобитумные, битумо- и дегтеполимерные.*

Рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы могут быть двух типов — *основные и безосновные*. Основные материалы изготовляют путем обработки органическим вяжущим основы — кровельного картона, стеклоткани, стекловолокала, металлической фольги, асбестового картона и т. п. Безосновные материалы получают в виде полотнищ заданной толщины прокаткой на каландрах термомеханически обработанных смесей из органического вяжущего, порошкового или волокнистого наполнителя и специальных добавок. Наибольшее распространение в строительстве имеют материалы первого типа, некоторые представители их впервые были изготовлены в 1877 г. в России инж. А. А. Летним.

В зависимости от *класса сооружений, климатических и эксплуатационных условий, уклона кровли* рулонные материалы укладывают в *один*, а чаще в *несколько слоев*, которые образуют монолитное покрытие, называемое кровельным ковром.

В соответствии с *назначением* рулонные материалы, имеющие основу, делят на два вида: *покровные и беспокровные*. Покровные материалы, применяемые главным образом для верхней части кровельного ковра, получают пропиткой основы органическими вяжущими и нанесением на нее с двух сторон покровного слоя из более тугоплавких органических вяжущих, часто с добавкой в них наполнителей, антисептиков и других компонентов. Покровный слой воспринимает атмосферные воздействия. Беспокровные материалы, предназначенные для нижней и средней частей кровельного ковра, покровного слоя не имеют.

### **Покровные материалы на основе.**

Большую часть мягкой кровли выполняют из рулонных материалов, изготовленных на основе кровельного картона, который вырабатывают из смеси хлопчатобумажного, льняного и шерстяного тряпья, бумажной макулатуры и целлюлозы. Такой картон обладает хорошей впитывающей способностью, обеспечивающей практически полную пропитку его расплавленными битумными или дегтевыми композициями, достаточной прочностью на разрыв. В зависимости от массы 1 м<sup>2</sup> (в г) кровельный картон разделяют на марки: **500, 400, 350, 300, 250**. Чем больше марка картона, тем выше его прочность на разрыв и тем выше качество рулонного материала.

К покровным рулонным материалам на картонной основе относят рубероид, толь, дегтебитумные и гудрокамовые рулонные материалы.

*Рубероид* выпускают в виде полотнищ, обычно по ширине кровельного картона—1000, 1025, 1050 мм, свернутых в рулоны площадью 7,5 и 15 м<sup>2</sup>. Его изготовляют пропиткой кровельного картона расплавленным мягким нефтяным битумом с

последующим покрытием материала с обеих сторон тугоплавким битумом. Для повышения тепло-, влаго- и светостойкости кровельного рубероида в битум кровельного слоя часто вводят наполнитель в виде тонкого порошка из известняка, доломита, талька, коротковолокнистого асбеста и т. п. Лицевая поверхность кровельного рубероида имеет чешуйчатую слюдяную, крупно- или мелкозернистую посыпку. Посыпки придают материалу повышенную атмосферостойкость, понижают возгораемость, предотвращают слипание в рулонах, улучшают внешний вид кровли. На нижнюю поверхность кровельного и обе поверхности подкладочного рубероида наносят мелкозернистую или пылевидную посыпку, которая предотвращает слипание материала в рулонах.

**В зависимости от назначения, вида посыпки лицевой поверхности и марки кровельного картона рубероид делят на 14 марок: РКК-500А; РКК-400А (Б и В); РКМ-350Б (В); РПМ и РПП-300А (Б и В); РКЧ-350Б (В). Буква Р в марке означает — рубероид; буквы К и П — кровельный или подкладочный. Третьи буквы К, М, П, Ч — вид посыпки — крупнозернистая, мелкозернистая, пылевидная, чешуйчатая, а числа после буквы означают марку картона.**

Для верхнего слоя скатных и пологих кровель рекомендуется применять рубероид марок РКК, РКМ, РКЧ как на горячей, так и на холодной мастиках, а для подкладочных слоев — марок РПМ и РПП, который иногда используют также для оклеечной гидроизоляции.

Для районов с низкой температурой эксплуатации вырабатывают *рубероид с эластичным кровельным слоем* (РЭМ-350) путем модификации кровельного битума специальными полимерами или применением резинобитумного вяжущего. Этот рубероид обладает повышенной прочностью, погодо- и трещиностойкостью при отрицательных температурах.

Освоено производство так называемого *наплавляемого рубероида*, который в отличие от обычного имеет более толстый кровельный слой (0,6...2 мм) с обеих сторон из тугоплавкого битума. Такой рубероид наклеивают расплавлением нижнего кровельного слоя пламенем горелки или другими средствами нагрева. При этом не требуется кровельной мастики, обеспечивается повышение производительности и улучшение условий труда при производстве кровельных работ, снижается стоимость устройства кровли.

*Толь кровельный кровельный* является материалом, аналогичным рубероиду, но для его получения кровельный картон пропитывают и покрывают не битумом, а каменноугольным дегтем и на поверхность наносят слой минеральной посыпки (крупнозернистой или песочной). Толь с крупнозернистой посыпкой (марок ТКК-350, ТКК-400) покрыт с обеих сторон дегтем с более высокой температурой размягчения, чем деготь, которым пропитана его основа — кровельный картон. Он более долговечен, чем толь с песочной посыпкой (марок ТКП-350, ТКП-400), у которого пропиточный и кровельный слои из одинаковых дегтепродуктов. Их можно применять для верхнего и нижнего слоев кровельного ковра пологих и плоских кровель на горячих дегтевых мастиках. Толь менее долговечен, чем рубероид, так как дегтевые вяжущие «стареют» быстрее, чем битумные, но более биостоек и дешевле рубероида.

### **Рулонные кровельные материалы.**

Эти материалы изготавливают не на картоне, а на более прочной и не подвергающейся гниению основе — стеклоткани, стекловолоке, металлической фольге и т.

п.; к ним относятся стеклорубероид, кровельный стекловолок (стеклоизол), гидро-стеклоизол кровельный и подкладочный, фольгоизол.

*Стеклорубероид и стеклоизол* изготавливают путем двустороннего нанесения тугоплавкого, биостойкого битумного, резинобитумного или битумно-полимерного вяжущего на стекловолокнистую основу. При этом толщина слоя вяжущего превышает толщину стеклоосновы. Образующиеся покровные пленки из органических вяжущих покрывают сплошным слоем посыпки (крупнозернистой, чешуйчатой, мелкозернистой). Эти материалы более долговечны, чем рубероид и толь. Их применяют для покрытия многослойных плоских водонепроницаемых кровель, оклеечной гидро- и пароизоляции, укладывая на горячих и холодных битумных мастиках.

*Гидростеклоизол* — кровельный и подкладочный — представляет собой полотно длиной 3...10 м, шириной до 1 м, толщиной 4...6 мм, изготовленные путем покрытия с обеих сторон предварительно пропитанной стеклоткани слоем битума или гидроизоляционной асфальтовой мастики. Их применяют для устройства кровельных ковров плоских кровель, а подкладочный гидростеклоизол — в качестве одного из слоев гидроизоляции железобетонных отделок туннелей метрополитена и других инженерных сооружений.

*Стеклобит* — новый рулонный материал, представляющий собой стеклосетку, покрытую битумно-резиновой мастикой с толщиной покровного слоя до 4 мм. Применяют для уплотнения швов и перекрытия трещин путем приклеивания с разогревом огневыми форсунками. *Фольгоизол* состоит из тонкой рифленой или гладкой алюминиевой фольги толщиной 0,08...0,3 мм, покрытой с одной стороны защитным битумно-резиновым вяжущим толщиной 0,8...4 мм. Толщина фольги и защитного слоя зависит от назначения фольгоизола и класса сооружений. Для предохранения покровного слоя фольгоизола на него иногда наносят полимерную пленку. Фольгоизол отличается высокой прочностью на разрыв, гибкостью, водонепроницаемостью и долговечностью. Не требует ухода в течение всего периода эксплуатации. Применяют фольгоизол для устройства кровель и паро-гидроизоляции ответственных зданий и сооружений, герметизации стыков панелей. Благодаря отражательной способности фольги кровли из этого материала на солнце нагреваются значительно меньше, чем аналогичные кровли черного цвета.

*Фольгопергамин* создан для гидроизоляционной защиты теплоизоляции наружных трубопроводов. Это двухслойный рулонный материал из тонкой рифленой фольги и наклеенного на нее специальным битумным вяжущим пергамина. Такой материал имеет по сравнению с фольгоизолом повышенную жесткость, что делает его более удобным при монтаже и эксплуатации.

*Металлоизол* состоит из алюминиевой фольги толщиной 0,05 и 0,1 мм, покрытой с обеих сторон битумной мастикой. Этот водонепроницаемый и долговечный материал имеет высокую прочность на разрыв и хорошую гибкость. Его применяют для оклеечной гидроизоляции подземных сооружений.

### **Беспокровные рулонные материалы на основе.**

Материалы этой группы имеют основу в виде кровельного картона (пергамин и толь беспокровный) или асбестового картона (гидроизол), но не имеют покровного слоя и минеральной посыпки.

При пропитке кровельного картона нефтяным битумом получают *пергамин* марок П-300 и П-350, а при пропитке дегтепродуктами — *беспокровный толь*

марок ТГ-300 и ТГ-350 (толь гидроизоляционный). Пергамин используют в качестве подкладочного слоя под рубероид, а также при устройстве пароизоляции, укладывая на горячих битумных мастиках. Толь беспокровный марок ТГ предназначен для кровель как подкладочный материал под толь с крупнозернистой посыпкой в многослойных плоских кровлях и для пароизоляции, а также для оклеечной гидроизоляции над фундаментами и других целей с укладкой на горячих дегтевых мастиках.

В *гидроизоле* основа — асбестовый картон, пропитан нефтяным окисленным битумом. По физико-механическим свойствам гидроизол бывает двух марок ГИ-Г и ГИ-К. Лучшие показатели по водонепроницаемости, водонасыщению и прочности у марки ГИ-Г. Гидроизол более долговечен, чем рулонные материалы на обычном кровельном картоне. Он нашел широкое применение для оклеечной гидроизоляции в подземных сооружениях, многослойных плоских кровлях, для противокоррозионных покрытий металлических трубопроводов.

### **Безосновные рулонные материалы.**

Эти материалы могут быть резинобитумными и резинодегтевыми, битумно- или дегтеполимерными, гудрокамовыми и гудрокамополимерными. Они обладают способностью к большим пластическим деформациям, не разрываются и не отделяются от основания даже при значительных деформациях изолируемых конструкций. Наибольшее применение получили резинобитумные рулонные материалы — бризол и особенно изол.

*Рулонный изол* изготавливают методом вальцевания и последующего каландрирования смеси резинобитумного вяжущего, асбестовых волокон, пластификатора и антисептика и других добавок, в виде полотнищ шириной 800 и 1000 мм, толщиной 2 мм, которые свертывают в рулоны площадью 10 м<sup>2</sup>. Он обладает незначительным водопоглощением, эластичен даже при отрицательных температурах, гниlostоек и долговечен. Изол применяют для оклеечной гидроизоляции фундаментов, подвалов, бассейнов, резервуаров, антикоррозионной защиты трубопроводов, для покрытия пологих и плоских кровель. Приклеивают изол горячим битумом или битумной мастикой изол.

*Бризол* — рулонный безосновный гидроизоляционный материал, который изготавливают так же, как и изол, но используют смесь, состоящую из нефтяного битума, резиновой крошки, асбеста и пластификатора. Этот материал эластичен, стоек к некоторым агрессивным средам, погодостоек, гниlostоек. Бризолом защищают от коррозии металлические трубопроводы и подземные сооружения от воздействия грунтовых вод.

### **Обмазочные материалы (мастики, эмульсии и пасты).**

Их используют для приклеивания и склеивания рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов, устройства безрулонных кровель, гидроизоляции и других целей.

*Мастиками* называют искусственные пластичные смеси, получаемые смешением органических вяжущих с минеральными (иногда органическими) наполнителями и добавками (пластифицирующими, уплотняющими, антисептирующими и др.).

По виду вяжущего материала мастики разделяют на *битумные, дегтевые, резинобитумные, битумно- или дегтеполимерные, гудрокамовые* и др.

По способу изготовления и применения различают мастики горячие, применяемые с предварительным подогревом (до 160-180 °С — битумные и резинобитумные мастики и до 130-150 °С — дегтевые и гудрокамовые), и *холодные*, используемые без подогрева при температуре окружающего воздуха выше 5°С и подогревом до 60-70°С — при более низких температурах.

*Наполнители*, вводимые в мастики для повышения теплостойкости и уменьшения хрупкости (при пониженных температурах), а также для сокращения расхода вяжущего, разделяют на *пылевидные, волокнистые и комбинированные* (смесь пылевидного и волокнистого наполнителей). Пылевидный наполнитель в виде тонкомолотого порошка изготавливают из известняка, мрамора, кварца, мела, доломита, кирпича, талька, трепела, золы минеральных видов топлива и т. п. Волокнистым наполнителем может быть асбестовая пыль, коротковолокнистые асбест и минеральная вата и др.

*Горячие мастики* подразделяют на кровельные (приклеивающие), *кровельно-гидроизоляционные и гидроизоляционные асфальтовые*.

*Кровельные мастики* могут быть битумными, дегтевыми, резино-битумными и гудрокамовыми. Каждой мастике присвоено условное обозначение (марка), означающее название мастики и ее теплостойкость. Мастики битумные кровельные горячие разделяют на марки МБК-Т-55, 65, 75, 85, 100; дегтевые — на марки МДК-Г-50, 60, 70; резинобитумные — на марки МБР-65, 75, 90, 100 и гудрокамовые — МГ-Г-70. Цифра в марке мастики характеризует ее теплостойкость (в °С). Кровельные мастики используют для склеивания рулонных материалов при устройстве многослойных кровель и гидроизоляции.

*Кровельно-гидроизоляционные мастики* могут быть гудрокамо-полимерные и резинобитумные. Такие мастики по сравнению с горячими битумными и дегтевыми мастиками обладают повышенной эластичностью, гибкостью и морозостойкостью. Их используют для устройства безрулонных кровель, гидроизоляции, а также в качестве приклеивающего материала.

*Гидроизоляционные асфальтовые мастики* состоят в основном из нефтяного битума и минерального наполнителя. Их выпускают трех категорий (1, 2, 3), различающихся по теплостойкости от 90... ..105 до 60...70°С. Такие мастики предназначены для устройства литой и штукатурной изоляции, а также для изготовления асфальтовых материалов и изделий (например, плит).

Все горячие мастики при температуре 18±2°С должны быть однородными, твердыми и не содержать частиц наполнителя, не покрытых связующим. При рабочих температурах мастики должны легко растекаться на ровной поверхности слоем до 2 мм, а при затвердевании давать прочное клеевое соединение.

*Холодные мастики* готовят путем разбавления битумного, битумно-резинового, гудрокамового вяжущего растворителем и добавлением в эту смесь наполнителя и, если требуется, специальных добавок (пластификатора, антисептика и др.). Разбавителями для получения холодных мастик служат жидкие органические вещества, которые делят на летучие (бензин, лигроин, уайт-спирит, керосин, зеленое масло) и нелетучие (нефтяные масла, мазут, масляный гудрон, жидкие нефтяные битумы и т. п.).

Холодные мастики применяют для склеивания рулонных кровельных материалов, для устройства гидро- и пароизоляции. Гудрокамовые и особенно битумно-резино-вые холодные мастики обеспечивают более высокое качество склейки ру-

лонных материалов и гидроизоляционных покрытий на них, чем битумные холодные мастики.

Вследствие сохранения пластичности холодными мастиками, даже при пониженных температурах, слои из них тоньше, чем из горячих мастик, что позволяет сократить расход битума. Кроме того, применение холодных мастик позволяет удлинить сезон кровельных работ и улучшить условия труда рабочих.

Мастики всех видов необходимо хранить в закрытых складах в специальной герметической упаковке. При близких расстояниях от места изготовления до места использования мастики и эмульсии транспортируют в специально приспособленных машинах — автогудронаторах, в других случаях их доставляют в холодном виде в закрытой таре, защищенными от увлажнения и воздействия солнечных лучей.

### **Герметизирующие материалы (герметики) на основе битумов.**

Строительные герметики в основном предназначены для герметизации стыков наружных стеновых панелей и блоков, усадочных и температурных швов в строительных конструкциях. Герметизирующие материалы должны быть влаго-, паро- и газонепроницаемыми, тепло- и морозостойкими и не должны изменять своих свойств в течение всего времени эксплуатации зданий. Таким требованиям могут удовлетворять как специальные мастики, так и эластичные прокладки, изготавливаемые на основе стойких полимеров. Здесь остановимся только на герметиках, изготавливаемых с применением битумов.

В номенклатуре герметизирующих материалов различают три группы: вулканизирующиеся пасты, пастоэластичные мастики и профильные эластичные прокладки. Герметики, изготавливаемые на основе битумов и широко применяемые в строительстве, выпускают в виде мастики «изол Г-М» и эластичных прокладок — пороизол.

*Мастику «изол Г-М»* изготавливают на основе резино-битумного вяжущего с добавлением высокомолекулярного полиизобутилена, обеспечивающего эластичность даже при отрицательных температурах, канифоли, кумаровой смолы, коротковолокнистого асбеста и антисептика. Такую мастику применяют как в горячем виде (80-100 °С), так и в холодном состоянии с добавкой разбавителя (бензина, лигроина, зеленого масла и др.), вводя ее в стыки методом шприцевания с помощью сжатого воздуха.

*Пороизол* выпускают в виде эластичных пористых полос прямоугольного сечения 30 x 30 и 40 x 40 мм — для герметизации горизонтальных стыков панелей и в виде жгутов диаметром 10...60 мм — для герметизации вертикальных стыков. Его изготавливают путем вулканизации газонаполненной резины, модифицированной нефтяными дистиллятами. Пороизол марки М имеет на поверхности незакрытые поры и применяется только после его покрытия холодной мастикой изол, закрывающей поры. Пороизол марки П имеет на поверхности защитную оболочку, что позволяет использовать этот материал для герметизации без мастики. Пороизол сохраняет эластичность в широком температурном диапазоне от + 80 до – 50 °С. Для придания пороизолу герметизирующих свойств перед установкой в шов его сжимают (марки М - на 30-50 %, марки П – на 15-25 % от первоначального объема).

Кровельные материалы предназначены для устройства верхнего элемента покрытия – кровли, предохраняющей здание от проникновения атмосферных осадков. В процессе эксплуатации кровли материалы, из которых она изготовлена, много-

кратно подвергаются увлажнению и высушиванию, замораживанию и оттаиванию в водонасыщенном состоянии, температурным деформациям, ветровым нагрузкам, а также воздействию прямого солнечного излучения и агрессивных по отношению к некоторым кровельным материалам кислорода и озона воздуха, от чего кровля разрушается быстрее других конструктивных элементов здания.

По форме, размерам и физическому состоянию кровельные материалы можно разделить на пять групп:

- *рулонные* – полотнища площадью от 7 до 20 м<sup>2</sup>, поставляемые на строительную площадку в рулонах;

- *мастичные* – вязкие жидкости, образующие после нанесения на поверхность водонепроницаемую пленку и используемые для проклеивания рулонных кровельных материалов или в качестве самостоятельных материалов при устройстве так называемых мастичных бесшовных (мастичных) кровель;

- *штучные* – мелкогабаритные элементы кровли площадью от 0,02 до 2 м<sup>2</sup> (асбестоцементные волнистые листы и плитки, керамическая, цементно-песчаная и битумная черепица и др.);

- *металлические* – листы площадью от 1 до 10 м<sup>2</sup> (листовая сталь, металлочерепица, профилированный настил и др.);

- *мембранные* – большеразмерные полотнища площадью от 50 до 500 м<sup>2</sup> (мембраны).

**Рулонные** кровельные материалы классифицируются по следующим основным признакам:

- *по назначению* – для однослойного, верхнего или нижнего слоев многослойного водоизоляционного ковра;

- *по структуре полотна* – на основные и безосновные;

- *по виду основы* – на картонной основе; на стеклянной основе; на основе из полимерных волокон; на комбинированной основе;

- *по виду компонента кровельного состава, вяжущего или материала* – битумные, битумно-полимерные, полимерные;

- *по виду защитного слоя* – материалы с посыпкой (крупнозернистой, чешуйчатой, мелкозернистой, пылевидной); материалы с фольгой.

**Мастичные кровельные материалы** представляют собой жидковязкую однородную массу, которая после нанесения на поверхность и твердения превращается в водонепроницаемое покрытие. По составу мастики делятся на битумные, битумно-полимерные и полимерные. В состав мастик могут входить растворитель, разбавитель, наполнители и различные добавки.

Мастичные кровельные материалы классифицируются по следующим основным признакам:

- *по назначению* – приклеивающие, (для приклеивания рулонных материалов) и для устройства мастичных кровель;

- *по виду основного исходного компонента* – битумные, битумно-эмульсионные, битумно-резиновые, битумно-полимерные, полимерные и др.;

- *по виду разбавителя* – содержащие воду, органические растворители, жидкие органические вещества (нефтяные масла, жидкие нефтяные битумы, гудрон, мазут);

- *по характеру отверждения* – отверждаемые, в том числе вулканизирующиеся (одно- и многокомпонентные); неотверждаемые;

- *по способу применения* – горячие (с предварительным подогревом перед применением); холодные, не требующие подогрева (содержащие растворитель и эмульсионные).

**Штучные кровельные материалы** различают:

- *по материалу* – керамические, асбестоцементные, цементно-песчаные, полимерные и битумные;

- *по форме* – волнистые, пазовые, плоские;

- *по способу крепления* – приклеиваемые, привинчиваемые и (или) прибиваемые (гвоздями), с комбинированным креплением (например, частично приклеиваемая битумная черепица);

- *по гибкости* – гибкие и негибкие.

**Мембранные кровельные материалы** – это кровельные системы, включающие в себя (наряду с собственно мембранами) большое количество готовых элементов, в том числе фасонные элементы, предназначенные практически для устройства любых примыканий, ендов и углов кровли и др.

## 6. ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ НА ИХ ОСНОВЕ

*Пластическими массами* называют материалы, содержащие в качестве важнейшей составной части высокомолекулярные соединения - **полимеры** и обладающие пластичностью на определенном этапе производства, которая полностью или частично теряется после отверждения полимера.

Молекулярная масса высокомолекулярных соединений состоит из нескольких тысяч или даже сотен тысяч атомов. Чаще всего макромолекулы таких соединений построены путем многократного повторения отдельных структурных единиц.

Молекулярная масса низкомолекулярных соединений обычно не превышает 500. Вещества, имеющие промежуточные значения молекулярной массы, называют *олигомерами*.

Пластмассам, как и другим материалам, присущи положительные и отрицательные свойства.

К положительным свойствам относятся: малая плотность, нередко сочетающаяся с высокой прочностью, стойкость к различным агрессивным воздействиям внешней среды, разнообразие декоративных свойств, легкость их технологической переработки, что позволяет получать изделия самой разнообразной формы с полной заводской готовностью. Они являются высокоиндустриальным материалом – их использование позволяет резко сократить сроки проведения строительных работ, Пластмассы хорошо свариваются и склеиваются между собой и с другими материалами (древесиной, металлом и др.).

Вместе с тем пластмассы не лишены недостатков. Большинство пластмасс горючи и обладают низкой теплостойкостью. (предельные рабочие температуры у многих из них 100-150 °С, а некоторые начинают размягчаться уже при 60-80 °С.

Длительное воздействие солнечных лучей, повышенной температуры в сочетании с кислородом воздуха приводит к старению пластмасс, т.е. потере ими эксплуатационных свойств, а в ряде случаев – и их разрушению.



Пластмассы обычно получают из связующего вещества и наполнителя, вводя в состав исходной массы те или иные специальные добавки – пластификаторы, отвердители, стабилизаторы и красители.

*Связующим веществом* в пластмассах служат различные полимеры – синтетические смолы и каучуки, производные целлюлозы. Исходными материалами для получения полимеров являются природный газ и так называемый «попутный» газ, сопровождающий выходы нефти. В газообразных продуктах переработки нефти содержатся этилен, пропилен и др. газы, перерабатываемые на предприятиях в полимеры.

Сырьем для полимеров служит также каменноугольный деготь, получаемый при коксовании угля и содержащий фенол и др. компоненты.

В производстве синтетических материалов применяют также азот, кислород, воду и ряд др. широко распространенных веществ.

*Наполнители* представляют собой разнообразные неорганические или органические порошки и волокна. В виде наполнителей слоистых пластмасс широко применяют также бумагу, ткани, древесный шпон и др. листовые материалы. Наполнители не только уменьшают потребность в дорогом полимере, но и улучшают ряд свойств пластмасс – повышают теплостойкость, а волокнистые и листовые наполнители сильно повышают сопротивление растяжению и изгибу.

*Пластификаторы* – это вещества, добавляемые к полимеру для повышения его эластичности и уменьшения хрупкости. В качестве пластификаторов применяют некоторые низкомолекулярные высококипящие жидкости (глицерин, диоктилфталат и др.).

*Отвердители* вводят в состав пластмасс для ускорения их отверждения.

*Стабилизаторы* способствуют сохранению структуры и свойств пластмасс во времени, предотвращая их раннее старение.

В качестве *красителей* применяют как органические (растворимые в воде или органических растворителях), так и неорганические (минеральные) пигменты.

Для производства пористых пластмасс в полимеры вводят специальные *порообразующие* вещества (порофоры).

Основным компонентом пластмасс, в значительной мере определяющим их свойства, является связующее – *полимер*. Охарактеризуем важнейшие из них.

**Полиэтилен** получают путем полимеризации этилена. Полиэтилен – один из самых легких полимеров: его плотность  $0,92-0,97 \text{ г/см}^3$ , в то же время он обладает высокой прочностью на растяжение (12-32 МПа). Однако, его теплостойкость ограничена  $80-90 \text{ }^\circ\text{C}$ ., а при температуре  $100-120 \text{ }^\circ\text{C}$  он плавится. Он хорошо противостоит действию большинства кислот, щелочей и растворителей. Из него изготавливают трубы для холодного водоснабжения и транспортирования агрессивных жидкостей, трубы для скрытой электропроводки, некоторые санитарно-технические изделия.

**Полипропилен** – близкий по свойствам к полиэтилену, но более прочный, жесткий и температуростойкий (температурный диапазон  $160-170 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Применяется для изготовления отделочных листов, пленок, труб, деталей химической аппаратуры.

**Поливинилхлорид (ПВХ)** – один из самых распространенных полимеров, применяемых в строительстве. Это прозрачный, жесткий и прочный при комнатной температуре полимер. При нагревании до  $60-100 \text{ }^\circ\text{C}$  размягчается, а при температуре

160-200 °С – плавится. Из него получают различные изделия: линолеум, трубы, плинтусы, отделочные пленки, искусственную кожу и др. материалы.

**Полистирол** – продукт полимеризации стирола. Полистирол - прозрачный, довольно прочный, но хрупкий полимер, хорошо окрашивается и легко перерабатывается в изделия. Он водостоек, хорошо сопротивляется действию концентрированных кислот (кроме азотной и ледяной уксусной кислот), противостоит действию растворов щелочей (с концентрацией до 40%). Благодаря этим свойствам полистирольные облицовочные плитки долговечны, их применяют для облицовки стен ванных комнат, санузлов, кухонь, лабораторных и др. помещений. При введении в полистирол порофоров из него получают очень распространенный теплоизоляционный материал – пенополистирол.

**Поливинилацетат (ПВА)** – полимер, получаемый полимеризацией винилацетата. Поливинилацетатные смолы бесцветны, светостойки, хорошо прилипают к поверхностям различных материалов. Поэтому их применяют для изготовления эмульсионных красок, клеев, мастик. Водные дисперсии полимера применяют для устройства бесшовных полов, а также в качестве добавок в цементные бетоны с целью увеличения их водонепроницаемости и химической стойкости.

**Полиметиметакрилат** - полимер, известный под названием органическое стекло. Особенность органического стекла является его исключительная прозрачность, бесцветность, способность пропускать ультрафиолетовые лучи, светостойкость и атмосферостойкость. Оргстекло пропускает 73,5 % ультрафиолетовых лучей, в то время как обычное силикатное – лишь 0,6 %. Поэтому оргстекло применяют для остекления окон больниц, витрин, теплиц, парников, фонарей производственных помещений, декоративных ограждений. Оргстекло при нагревании до температуры выше 90 °С становится эластичным и хорошо формуется, легко обрабатывается резанием, шлифовкой. Обладает высокой прочностью – до 120-140 МПа, однако легко растворяется в органических растворителях (ацетон и т.п.), а при действии огня горит ярким пламенем.

**Полиизобутилен** – продукт полимеризации изобутилена, получаемого из продуктов переработки нефти. Полимер представляет собой эластичный каучукоподобный материал, способный выдерживать относительное удлинение до разрыва 1000-2000 %. Из него изготавливают липкие ленты, линолеумные клеи, гидроизоляционные материалы, герметизирующие пленки, прокладки и мастики, в частности, для герметизации стыков стеновых панелей.

**Фенолформальдегидные** полимеры хорошо совмещаются с наполнителями – древесной стружкой, бумагой, тканью, стеклянным волокном, при этом получают пластики более прочные и менее хрупкие, чем сами полимеры. Поэтому фенолформальдегидные полимеры широко применяют в качестве связующего при изготовлении древесно-стружечных плит, бумажнослоистых пластиков, стеклопластиков и разнообразных изделий из минеральной ваты. Эти же полимеры используют для получения клеев, бакелитового лака, водостойкой фанеры.

**Кремнийорганические** полимеры выгодно сочетают лучшие свойства силикатных материалов (высокую теплостойкость – более 400 °С) и обычных синтетических полимеров (эластичность и др.).

Низкомолекулярные кремнийорганические полимеры в виде жидкостей (ГКЖ-10, ГКЖ-11, ГКЖ-94) используют в качестве водоотталкивающих фасадных красок

или добавляют в бетон для придания ему гидрофобных свойств. С их использованием производится гидрофобный портландцемент.

Высокомолекулярные кремнийорганические полимеры применяют для изготовления жароупорных лаков и эмалей, слоистых волокнистых пластиков.

**Эпоксидные** полимеры (смолы) характеризуются высокой химической стойкостью. Материалы на их основе (клеи, краски, мастики, строительные растворы и бетоны) отличаются высокой прочностью и универсальной клеящей способностью к бетону, металлу, керамике, древесине, стеклу и др. Выпускают эпоксидные полимеры в виде смолообразного олигомерного продукта, для отверждения которых необходимо вводить специальные отвердители. В строительстве эпоксидные полимеры применяют для склеивания и ремонта железобетонных элементов, получения полимербетонов

### **Основные способы получения полимерных материалов**

Производство изделий из полимеров складывается из следующих операций: подготовка, дозировка компонентов и приготовление полимерной композиции.

Основными приемами переработки пластмасс являются: вальцевание, каландрирование, экструзия, прессование, вспенивание, литье, промазывание, пропитка. Полив, напыление, сварка, склеивание.

*Вальцевание* – операция, при которой пластмасса формуется в зазоре между вращающимися валками.

*Каландрирование* – процесс образования бесконечной ленты заданной толщины и ширины из размягченной полимерной смеси, однократно пропускаемой через зазор между последовательно расположенными валками. Как правило, каландрирование выполняется в комплексе с вальцеванием в одной технологической линии.

**Экструзией** называется операция, при которой изделиям из пластмасс придают определенный профиль путем продавливания нагретой массы через мундштук. Методом экструзии получают профильные (погонажные) строительные изделия, трубы, листы, пленки, линолеум, пороизол и многие другие.

**Прессованием** называют способ формования в обогреваемых гидравлических прессах. Различают формование в пресс-формах (при изготовлении изделий из пресс-порошков) и плоское прессование в многоэтажных прессах (при изготовлении листовых материалов, плит и панелей).

В пресс-формах изготавливают детали санитарно-технического и электротехнического оборудования. Оконные и дверные приборы, детали строительных машин и механизмов.

Методом плоского прессования формируют древесно-стружечные плиты, бумажные слоистые пластики, текстолиты, древесно-слоистые пластики и др.

**Вспенивание** – метод изготовления пористых звуко-теплоизоляционных и упругих герметизирующих пластмасс. Пористая структура получается в результате вспенивания жидких или вязкотекучих композиций под давлением газов, выделяющихся при реакции между компонентами или при разложении специальных добавок (порофоров) от нагревания. Вспенивание может происходить в замкнутом объеме под давлением или без него, а также в открытых формах или на поверхности конструкции (например, при нанесении пенополиуретана).

**Промазыванием** называется операция, при которой пластическая масса в виде раствора, дисперсии или расплава наносится на основание – бумагу, ткань, вой-

лок. После разравнивания для лучшего сцепления с основанием необходима термообработка. Таким способом получают промазанный линолеум, линкруст и др. материалы.

**Пропитка** состоит в окунании основы (ткани, бумаги, волокон) в пропиточный раствор с последующей сушкой. Методом пропитки получают клеящие пленки (бакелитовая), декоративные пленки, а также полотна на основе стеклянных, асбестовых и хлопчатобумажных тканей, из которых в последующем получают текстилы.

**Полив** – это процесс, при котором пластическая масса распределяется тонким слоем на металлической ленте или барабане и после затвердевания снимается в виде тонкой пленки. Часто этот процесс связан с испарением растворителей. Таким способом получают, например, ацетилцеллюлозные прозрачные пленки (целлофан).

**Литье.** Различают два вида литья: простое в формы и под давлением. При простом литье жидкая композиция или расплав заливаются в формы и отвердевают в результате полимеризации или вследствие охлаждения. Этим способом изготавливают изделия из реактопластов и термопластов: плитки для пола, изделия из органического стекла и др.

Литье под давлением применяют при изготовлении изделий из термоластов. Полимер нагревается до вязкотекучего состояния и плунжером впрыскивается в разъемную форму, охлаждаемую водой. Таким способом изготавливают изделия из полистирола, эфиров целлюлозы, полиэтилена, полиамидов.

**Сварка и склеивание** служат для соединения заготовок из пластмасс для получения изделий заданной формы. Сварку применяют для соединения термопластичных пластмасс – полиэтилена, поливинилхлорида, полиизобутилена и др. Сварка бывает воздушная (нагретым воздухом), высокочастотная, ультразвуковая, контактная.

Склеивание применяют для соединения как термопластичных, так и термореактивных пластмасс. В простейшем случае клеем для термопластичных пластмасс может служить органический растворитель, вызывающий набухание стыкуемых кромок и их слипание при сжатии. Чаще используют специальные клеи, которые бывают горячего и холодного отверждения.

## 7. ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Лакокрасочные материалы - вязкие жидкости, которые после нанесения превращаются в твердую пленку на поверхности окрашиваемого материала.

Лакокрасочные материалы (краски, грунтовки и шпатлевки) - сложные многокомпонентные системы. Они состоят из связующего вещества, пигмента, а в грунтовках и шпатлевках - наполнителя. До рабочей консистенции лакокрасочные материалы доводят растворителями или разбавителями. В лакокрасочные материалы вводят различные добавки, обеспечивающие необходимые технологические и эксплуатационные свойства: отвердители и ускорители, загустители, поверхностно-активные добавки, стабилизирующие вещества и т. п.

**Связующие, растворители и разбавители.**

Пленкообразующие вещества.

Минеральные вяжущие - известь, жидкое стекло, цемент.

Клеи. Чаще других используют близкие по составу водорастворимые эфиры целлюлозы.

Водорастворимые эфиры целлюлозы (метилцеллюлоза - МЦ; карбоксиметилцеллюлоза - КМЦ и др.) используют для внутренних работ, так как атмосферостойкость их невысока. Они образуют вязкие растворы, а после высыхания - пленку, обладающую не очень высокой адгезией.

Нитроцеллюлоза - сложный эфир целлюлозы, получаемый при обработке ее азотной кислотой. Нитроцеллюлоза хорошо растворяется в ацетоне и других полярных растворителях и не растворима в углеводородных растворителях. Стойкость нитроцеллюлозы в кислых и щелочных средах невысокая. Теплостойкость 50...60 °С; при более высоких температурах возгорается. Для улучшения свойств нитроцеллюлозу совмещают с алкидными смолами.

Олифы - традиционные пленкообразующие вещества на основе жидких растительных масел или алкидных (глифталевых или пентафталевых полимеров), модифицированных растительными маслами. Для олиф используют ненасыщенные масла, т.е. имеющие двойные связи в углеводородной цепи. Благодаря двойным связям олифы могут отвердевать (а не высыхать!) за счет окислительной полимеризации, т.е. сшивки кислородом воздуха. Образующиеся эластичные пленки со временем, особенно под действием ультрафиолетового излучения, становятся хрупкими и растрескиваются.

По составу и технологии приготовления олифы могут быть: натуральные, олифы-оксоль и алкидные.

Олифу-оксоль (полунатуральную олифу) получают более глубокой окислительной полимеризацией растительных масел до получения вязкой жидкости. Ее растворяют уайт-спиритом в соотношении 1:1. Олифу-оксоль получают как из льняного или конопляного масла (марка В), так и из подсолнечного, соевого (марки ПВ и СМ) и др.

Краски на олифе марки «В» используют как для наружных, так и для внутренних работ; краски на олифе марки «ПВ» применяют только для внутренних работ. Алкидные олифы представляют собой растворы низковязких жирных алкидных смол (60...65% масла) в уайт-спирите. Их выпускают двух типов: глифталевая (ГФ) и пентафталевая (ПФ). Получают их путем олигомеризации глицерина (или пентаэритрита), фталевого ангидрида и ненасыщенных растительных масел.

По атмосферостойкости алкидная олифа почти не уступает натуральной, а по физико-механическим показателям пленки во многом превосходит ее. Синтетические полимерные связующие - эпоксидные, полиэфирные, полиуретановые. Лучшие краски и лаки получают на полиуретановых связующих путем регулирования их состава.

Перхлорвиниловые полимеры, продукт ограниченного хлорирования поливинилхлорида - ПВХ. Перхлорвинил содержит 62,5...64,5 % связанного хлора. В отличие от ПВХ перхлорвинил хорошо растворяется во многих органических растворителях (хлорсодержащих, ароматических, ацетоне). Пленки, получаемые из раствора перхлорвинила, атмосферостойкие, теплостойкие (до 100 °С) и морозостойкие (до -45 °С). Перхлорвинил широко используют для получения фасадных красок.

Полиакрилаты - группа полимеров сложных эфиров акриловой кислоты. В зависимости от состава полиакрилаты могут иметь вид от клейких каучукоподобных

продуктов до твердых стеклообразных полимеров. Полиакрилаты используют в производстве лакокрасочных материалов высокого качества.

Водные дисперсии полимеров представляют собой мельчайшие частицы полимера (1...100 мкм), взвешенные в воде. Концентрация полимера 40...50 %. От слипания частицы полимера защищены тонкой пленкой эмульгатора (стабилизирующего поверхностно-активного вещества) ПАВ.

Растворители - летучие жидкости, образующие со связующими истинные растворы, стабильные во времени. Разбавители - хорошо совмещающиеся с красочным составом жидкости, образующие с ним устойчивые смеси (суспензии или эмульсии).

От растворителей и разбавителей требуется химическая инертность к связующему и другим компонентам лакокрасочного материала. В некоторых случаях, наоборот, растворителем выбирают вещество, входящее при твердении в состав лаковой пленки (например, стирол в лаках на основе ненасыщенных полиэфиров).

Органические растворители токсичны, поэтому при работе с ними необходимо соблюдать меры безопасности: проветривать помещение и одевать перчатки, респираторы и противогазы. По степени повышения токсичности растворители располагаются в такой последовательности: скипидар > уайт-спирит > этилацетат > ацетон > бензол > толуол > ксилол > дихлорэтан.

Недостаток органических растворителей - горючесть. Их пары при определенных концентрациях с воздухом образуют взрывоопасные смеси. В помещениях, где хранят материалы с растворителями или работают с ними, необходимо строго соблюдать противопожарные правила.

Спирты - кислородсодержащие растворители. Используются низшие одноатомные спирты: бутиловый, этиловый и метиловый (метанол). Из-за высокой токсичности применение последнего ограничено.

Сложные и простые эфиры - кислородсодержащие растворители. Чаще всего используют эфиры низших спиртов и уксусной кислоты (ацетаты): этилацетат ( $T_{\text{кип}} = 75\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и бутилацетат ( $T_{\text{кип}} = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) - прозрачные жидкости с фруктовым запахом. Они хорошо растворяют большинство синтетических эмалей.

Правильный выбор вида и количества растворителя - во многом определяет качество лакокрасочного покрытия. Как правило, для конкретных материалов применяют не один растворитель, а специально подобранную смесь растворителей.

Пожароопасность и токсичность органических растворителей, присутствие которых в лакокрасочном материале необходимо только на стадии нанесения, делает использование материалов с такими растворителями крайне нерациональным. Лучший растворитель - вода. Но и у нее есть недостатки: с ней нельзя работать при температуре ниже  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  и она не способна растворять большинство масляных красок и эмалей. Последний недостаток преодолим путем замены растворов полимеров на их водные дисперсии, в которых вода является не растворителем, а разбавителем.

Современные тенденции развития лакокрасочной промышленности связаны именно с разработкой материалов, не содержащих органических растворителей, например, водоразбавляемых или порошковых.

### **Пигменты и наполнители.**

Пигменты. Качество пигментов характеризуется комплексом технологических и эксплуатационных свойств.

Красящая способность пигмента - способность передавать свой цвет при смешивании с белым пигментом. Чем больше красящая способность, тем меньше тре-

буется пигмента для получения окраски нужного тона, и он может быть частично заменен наполнителем.

Кроющая способность (укрывистость) - способность пигмента, перекрывать цвет подложки. Это свойство обусловлено рассеянием света частицами пигмента и зависит от разности показателей светопреломления пигмента ( $n_{\text{пиг}}$ ) и пленкообразующего вещества ( $n_{\text{пл}}$ ). Чем она больше, тем больше укрывистость пигмента. Поскольку у органических пленкообразующих (олиф, полимеров)  $n < 1,5 \dots 1,6$ , то укрывистыми будут пигменты с  $n > 1,6$ . Укрывистость зависит также от дисперсности пигмента. Она оценивается расходом пигмента (г) на  $1 \text{ м}^2$  окрашиваемой поверхности, необходимым для закрытия контрастной окраски этой поверхности.

Безвредность пигментов. Эта проблема связана с тем, что некоторые пигменты содержат ядовитые вещества: соединения свинца, хрома и других тяжелых металлов; это необходимо учитывать при окраске интерьеров.

Природные минеральные пигменты. Их получают механическим обогащением, помолом или отмучиванием окрашенных горных пород (главным образом, глин). Эти пигменты имеют приглушенную окраску, но свето- и атмосферостойкость их очень высока.

Охра (желтый цвет), сурик железный (кирпично-красный цвет), мумия (коричневато-красный), умбра (коричневый, после прокаливания - красно-коричневый), сиена (темно-желтый, после прокаливания - каштановый).

Черные пигменты - перекись марганца ( $\text{MnO}_2$ ) - марганцевая руда пиролюзит и графит - модификация чистого углерода - дают красивую гамму тонов от серебристо-серого до черного; исключительно термо-, химически- и атмосферостойкий пигмент.

Белый пигмент - мел ( $\text{CaCO}_3$ ) применяется как наполнитель в шпатлевках.

Искусственные неорганические пигменты получают химической обработкой минерального сырья. Свето- и атмосферостойкость их ниже, чем у природных.

Белила титановые ( $\text{TiO}_2$ ) - диоксид титана самый распространенный белый пигмент высокого качества ( $n = 2,72$ ; укрывистость -  $15 \dots 25 \text{ г/м}^2$ ); свето- и атмосферостоек; применяется для всех видов красок.

Пигменты на основе оксидов железа: желтый, железисто-красный, красный железисто-красный (редоксайд). Они отличаются высокой укрывистостью, атмосферо- и светостойкостью.

Свинцовые и цинковые пигменты: крон свинцовый (лимонный, желтый и оранжевый), крон цинковый (лимонный и желтый) и сурик свинцовый (оранжево-красный). Эти пигменты (кроме сурика) менее стойки, чем железисто-красные, и ядовиты (в особенности свинцовые).

Железная лазурь (милори) - ферроцианид железа и калия - пигмент синего цвета, применяется в смеси с белыми и желтыми (для получения зеленого цвета) пигментами; не щелочестоек.

Ультрамарин - алюмосиликат натрия, содержащий серу; щелоче- и светостоек; в кислых средах обесцвечивается.

Кобальт синий - пигмент очень высокого качества; из-за высокой стоимости применяется редко, как краска для керамики.

Оксид хрома ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), оливково-зеленого цвета, обладающий высокой свето- и атмосферостойкостью. Его применяют в смеси с наполнителями; используется для приготовления всех видов красок и эмалей.

Медянка (основная уксуснокислая медь) - интенсивно окрашенный зеленый пигмент; применяется в смеси с титановыми белилами для получения светло-зеленых красок. Недопустимо смешение с пигментами, содержащими цинк или сернистые соли (например, цинковыми белилами и литопоном). Светостойкость медянки ниже, чем у оксида хрома.

Зеленые пигменты можно получить смешиванием синих пигментов с желтыми; например, зелень цинковую - смесь цинкового крона с лазурью, применяют в красках для деревянных поверхностей; из-за низкой щелочестойкости не рекомендуется для окраски бетонных и оштукатуренных поверхностей и полностью не пригодна для известковых и силикатных красок.

Для красок используют газовую сажу, имеющую минимальное количество примесей. Сажа абсолютно свето- и химически стойка. Кроме сажи, особенно для цветных штукатурок, применяется щелочестойкий пигмент железная черная (закись - окись железа -  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

Металлические пигменты - это тонкодисперсные металлические порошки (алюминиевая, бронзовая пудра) с защитным покрытием; используют для защитных окрасок металлоконструкций и как второй пигмент в красках типа - металлик. В водных красках не применяется.

Органические пигменты - это органические красители, переведенные в нерастворимую форму. От неорганических они отличаются большей интенсивностью окраски, разнообразием и чистотой тонов, но меньшей свето-, атмосферо- и химической стойкостью. Наибольшее распространение получили азокпигменты, фталоцианиновые и полициклические пигменты.

Азокпигменты имеют непрерывную гамму цветов от зеленовато-желтого до бордо. Они устойчивы к действию щелочей.

Фталоцианиновые пигменты имеют синий, голубой и зеленый цвета. Это одна из самых устойчивых к ультрафиолетовому излучению, нагреву и химическим воздействиям группа органических пигментов, используемых для строительных целей.

Наполнители - минеральные порошки, нерастворимые в связующем, более дешевые и доступные вещества. Их используют для экономии дорогостоящих пигментов, а также для улучшения малярно-технических и эксплуатационных свойств покрытий. В большом количестве их используют в шпатлевках. В зависимости от способа получения различают наполнители:

природно-дисперсные наполнители: каолин, мел, бентонит, диатомит;

механически диспергированные: асбест хризотилковый пылеватый, барит, тальк, слюда, мусковит, гипс;

синтетические: аэросил; белая сажа; бланфикс - синтетический барит; окись и гидроокись алюминия и др.

Совместное применение пигментов и наполнителей с частицами разной формы и размера позволяет получить более плотную упаковку, благодаря чему уменьшается расход связующего и, как следствие, повышается атмосферостойкость и твердость пленки. Так, у красок на титановых белилах ( $\text{TiO}_2$ ) атмосферостойкость покрытия резко возрастает при введении 25% слюды или 35...50% талька (от массы  $\text{TiO}_2$ ).

Наполнители с высокой маслосемкостью (аэросил, каолин, мел и т. п.) снижают блеск эмалей, делая поверхность матовой. С помощью подбора наполнителей могут быть решены и другие задачи.



## **Лаки и краски.**

Лаки - растворы пленкообразующих веществ в органических растворителях, образующих твердые прозрачные пленки, прочно удерживающиеся на подложке.

Лаки можно разделить на две группы:

высыхающие, образующие растворимые пленки;

твердеющие, образующие нерастворимые пленки. К высыхающим лакам относятся шеллачные, битумные, нитроцеллюлозные.

Шеллачные - классические мебельные лаки, получаемые растворением природной смолы шеллака в спирте. Водостойкость этих лаков низкая.

Битумные лаки получают растворением битумов, модифицированных канифолью (для повышения адгезионных свойств), в сольвенте или уайт-спирите. Битумные лаки характеризуются хорошей атмосферостойкостью, водо- и кислотостойкостью, электроизоляционными свойствами. Цвет лаковой пленки - темно-коричневый; в толстых слоях - черный. Применяют битумные лаки для антикоррозионных покрытий металлоконструкций.

Нитроцеллюлозные лаки - растворы нитроцеллюлозы (коллоксилина) в смеси растворителей (ацетон + сложный эфир + ароматический растворитель). Нитролаки быстро высыхают (15...30 мин) при комнатной температуре. Водостойкость лаков не очень высока, но они устойчивы к бензину и минеральным маслам. При совмещении нитроцеллюлозы с алкидными смолами получают лак твердеющего типа с повышенной водостойкостью. Нитролаки вытесняются лаками на основе синтетических полимеров.

К твердеющим лакам, относятся все лаки на основе реакционноспособных олигомеров (смол): алкидных, полиуретановых, полиэфирных, эпоксидных и т. п.

Алкидные лаки - самый распространенный вид лаков, используемый в основном для получения эмалевых красок. Алкидные лаки твердеют необратимо за счет сшивки кислородом воздуха. Отверждение длится в течение 24...48 ч при 18...20°C.

Мочевино- и меламиноалкидные лаки дают стойкие и твердые пленки при горячей сушке или при введении отвердителей. Применяют их для покрытия по металлу и древесине и для получения эмалей.

Эпоксидные лаки - двухкомпонентные материалы, состоящие из эпоксидного олигомера, разжиженного растворителем и аминного отвердителя. После смешивания компонентов лак твердеет через 6...12 часов. Покрытия из эпоксидных лаков характеризуются высокой химической стойкостью, твердостью и водонепроницаемостью. В твердом состоянии эпоксидные лаки биологически инертны.

Полиуретановые лаки состоят из реакционноспособного олигомера и растворителя. Отверждение этих лаков идет за счет испарения растворителя и последующей сшивки молекул олигомера влагой воздуха. Эти лаки отличаются очень высокими физико-механическими показателями и химической стойкостью.

Краски на минеральных связующих. Известковые краски - простейший и самый дешевый вид красок, в котором пленкообразующий компонент, наполнитель и часто единственный пигмент - одно вещество - гашеная известь. Для приготовления известковой краски берут 1 масс. ч. извести и 2 масс. ч. воды, перемешивают и процеживают сквозь мелкое сито; краска готова. Для улучшения укрывистости добавляют 0,3...0,6 масс. ч. мела, а для придания желаемого оттенка - щелочестойкий пигмент.

Известковые краски не водостойки. Их применяют для наружной окраски кирпичных, бетонных и оштукатуренных стен. Срок их службы невелик (1...3 года), но из-за низкой стоимости и простоты применения их использование рационально. Для повышения долговечности рекомендуется эмульгировать в краску олифу (около 5% от массы извести). Фреска (итал. fresco - свежий) - роспись водными суспензиями пигментов (с небольшим количеством животного клея или яичного белка) по свежешуложенной известковой штукатурке. При этом пигмент внедряется в верхний слой известкового раствора и после карбонизации последнего прочно закрепляется на поверхности штукатурки. Долговечность фресок общеизвестна благодаря старинным росписям, сохранившимся до нашего времени.

Силикатные краски получают, используя в качестве вяжущего жидкое калийное стекло - раствор  $K_2O \cdot nSiO_2$  в воде. Жидкое натриевое стекло для красок не применяется, так как оно дает выцветы. Характер связующего требует от пигментов высокой щелочестойкости.

Силикатные краски выпускают в виде сухой пигментной смеси, в которой добавляют необходимое количество жидкого калийного стекла. Примерный состав силикатной краски (в масс. ч.): сухая пигментная смесь - 1; раствор калийного стекла плотностью 1,15 г/см<sup>3</sup> - 1,5.

После смешивания компонентов краску необходимо сразу же использовать.

Силикатные краски образуют прочное, атмосферостойкое покрытие, «сросшееся» с подложкой, так как со многими силикатными материалами (например, с бетоном, кирпичом) образуют прочные воздухо- и паропроницаемые покрытия. На каменных материалах и древесине они могут давать долговечные покрытия. Эти краски не рекомендуются применять для металлоконструкций.

Водорастворимые клеевые краски представляют собой суспензии пигментов и наполнителей в водных растворах органических клеев (казеина, животных клеев, эфиров целлюлозы, поливинилового спирта и др.). Клеевые краски - один из самых старых видов красок.

Благодаря паро- и газопроницаемости такие покрытия обеспечивают влаго- и газообмен в помещении, т. е. создают нормальные условия обитания в нем. Эти же свойства обеспечивают долговечность такой окраски. Для фасадов клеевые краски практически не применяют.

Масляные краски. К этой группе красок относят краски, в которых связующим служат олифы. В зависимости от типа использованной олифы краски могут быть для внутренних и наружных работ.

Производят краски густотертые - пигмент, перетертый с небольшим количеством олифы и готовые к употреблению (жидкотертые). Густотертые краски доводят до малярной консистенции, количество олифы 20...40% от массы густотертой краски.

Олифа в масляных красках играет также роль разбавителя, т.е. регулятора реологических свойств краски. Масляные краски на воздухе не высыхают, а твердеют в результате взаимодействия олифы с кислородом воздуха. Ускоряют твердение олифы с помощью веществ-сиккативов. Образующаяся пленка масляной краски гладкая и блестящая, стойкая к воде и моющим средствам, водо- и паронепроницаема.

Расход масляной краски зависит от укрывистости пигмента. Так, укрывистость готовой к употреблению охры - 180 г/м<sup>2</sup>, а железного сурика - всего 35 г/м<sup>2</sup>.

Масляные краски применяют для защиты стальных конструкций от коррозии, для предохранения деревянных конструкций от увлажнения.

Эмали - краски, получаемые введением пигментов и наполнителей в лаки. Четкой границы между масляными красками и эмалями нет.

Глифталевые краски (марка ГФ) являются промежуточным звеном между масляными красками и эмалями. Глифталевое связующее представляет собой полимер глицерина и фталевого ангидрида, модифицированный ненасыщенными растительными маслами. Глифталевые краски с успехом заменяют масляные для наружной и внутренней отделки.

Пентафталевые краски (марка ПФ) аналогичны глифталевым, но при синтезе связующего вместо глицерина используют пентаэритрит. Свойства и области применения пентафталевых красок аналогичны глифталевым.

Нитроцеллюлозные эмали (марки НЦ) - быстросохнущие краски, применяемые для окраски металлоконструкций, реже дерева.

Нитроглифталевые эмали (марка НГ) - краски высокого качества, объединившие в себе достоинства глифталевых и нитроцеллюлозных красок.

Перхлорвиниловые краски (марка ПХВ) получают растворением перхлорвинилового полимера в органических растворителях и введением в образовавшийся лак пигментов. Эти краски применяют для наружных работ по штукатурке, бетону, кирпичу при температуре до  $-16^{\circ}\text{C}$ . Перхлорвиниловые краски дают насыщенные тона, при этом сохраняется фактура поверхности окрашиваемого материала. Высокая атмосферостойкость делает окраску долговечной (они служат 10...15 лет). Окрашенные фасады можно мыть водой с моющими средствами.

Перхлорвиниловые покрытия практически непроницаемы по отношению к капельножидкой воде, но, в то же время, пропускают водяные пары. Что способствует долговечности красочного слоя.

Вододисперсионные краски, в которые кроме пленкообразующего полимера и пигмента входят пластификаторы, эмульгаторы (соли жирных кислот, поливиниловый спирт и т. п.), диспергаторы пигментов и наполнителей, загустители (водорастворимые эфиры целлюлозы), структурирующие добавки (бентонит и т. п.), консерванты, пеногасители и др. В вододисперсионных красках доля пигмента и наполнителя по отношению к пленкообразующему примерно в 1,5 раза ниже, чем в эмалях (т.е. смачиваемость водой), отсутствие водорастворимых примесей и др.

Вододисперсионные краски наносят на поверхность распылением, валиком или кистью.

Использовать вододисперсионные краски можно при температурах не ниже  $5^{\circ}\text{C}$ .

Для приготовления вододисперсионных красок используют пленкообразующие трех типов:

- сополимеры акрилатов - полиакрилатные краски

- сополимеры на основе винилацетата - поливинилацетатные краски;

- сополимеры стирола с бутадиеном - бутадиенстирольные краски.

В меньшей степени используются дисперсии на основе сополимеров винилхлорида, алкидных и эпоксидных смол. Наиболее перспективны полиакрилатные краски, используемые как для внутренних, так и для наружных работ. Вододисперсионные краски нельзя использовать для окраски металлоконструкций с целью за-

щиты от коррозии, так как из-за паропроницаемости пленки из этих красок коррозия возникнет неизбежно.

Порошковые краски - тонкодисперсные пигментированные композиции на основе полимеров для получения защитно-декоративных покрытий методом высокотемпературного напыления. В качестве пленкообразующего компонента применяют термопластичные полимеры (полиакрилаты, насыщенные полиэфирсы, ПВХ и др.) и термореактивные олигомеры (полиэпоксиды, полиуретаны и др.).

#### **Грунтовки и шпатлевки.**

Грунтовка - материал, образующий нижний слой лакокрасочного покрытия и модифицирующий поверхность подложки с целью обеспечения прочного сцепления лакокрасочного покрытия с подложкой. По виду связующего грунтовки делятся на: клеевые, масляные и синтетические (алкидные, акрилатные, полиэфирные и т. п.). Для вододисперсионных красок применяют вододисперсионные грунтовки, часто в виде разбавленной водой дисперсии полимера. Обычно грунтовки менее вязкие, чем краски и эмали; содержание пигмента в них 50...80 % от массы связующего (в красках 100...120 %).

В грунтовках по металлу используют пигменты и наполнители, а также специальные добавки, предотвращающие коррозию. Например, фосфатирующие грунтовки и грунтовки-преобразователи ржавчины. Под окраску водорастворимыми красками (например, клеевыми) оштукатуренные и бетонные поверхности обрабатывают специальными грунтовками на основе железного купороса, алюмокалиевых квасцов и т. п. Такие грунтовки антисептируют подложку и уплотняют ее, закрывая поры, и предохраняя красочный слой от появления выцветов. С этой же целью возможно грунтование олифой или жидкой масляной краской.

Шпатлевки - пастообразные лакокрасочные материалы, применяемые для выравнивания поверхности перед нанесением на нее красок. Пигмент в них не обязателен. Количество минеральной части по отношению к связующему в шпатлевках 200...300 %. Используют шпатлевки с различным связующим: лаковые, масляные, клеевые и вододисперсионные.

Вязкость шпатлевок значительно выше, чем красок. Они наносятся шпателем тонким слоем (до 3,0 мм) и после высыхания или затвердевания выравниваются абразивным материалом (шкуркой, куском пемзы). Разбавленные растворителем шпатлевки можно наносить распылением. В случае больших неровностей шпатлевка наносится несколько раз.