

# ЛЕКЦИЯ 13

Пластмассы, как материал для  
строительных конструкций. Основные  
виды конструкционных пластмасс и  
области их применения

Несущие конструкции из пластмасс.  
Пневматические конструкции.

**Пластическими массами** (или пластмассами) называют материалы, которые в качестве основного компонента содержат синтетический полимер.

**Полимеры** - это высокомолекулярные соединения, состоящие из гигантских молекул линейной, разветвленной или трехмерной сетчатой структуры (пространственные решетки).

**Полимеризация**- это цепной процесс соединения большого числа молекул одного и того же вещества в одну большую макромолекулу. Этот процесс протекает обычно при определенной температуре и давлении без выделения каких-либо низкомолекулярных веществ. При полимеризации химический состав полимера соответствует химическому составу исходного мономера.

**Поликонденсация**- это химический процесс получения полимеров из мономеров различных исходных веществ, сопровождающиеся выделением побочных продуктов (воды, спирта и др.)

Поликонденсацией получают фенолоформальдегидные, мочевиноформальдегидные смолы, полиамиды, полиэфиры и другие полимеры.

Кроме процессов полимеризации и поликонденсации, применяют ещё весьма перспективный процесс **сополимеризации**, который заключается в совместной полимеризации двух или более различных по химическому

Чаще всего полимеры находятся в аморфном стеклообразном состоянии и носят названия синтетических смол (фенолоформальдегидные, мочевиноформальдегидные, полиэфирные и др.). Некоторые полимеры, однако, обладают способностью к кристаллизации и не являются смолами (например, нейлон, целлюлозы и её производные).

Синтетические смолы в зависимости от влияния на них температуры делятся на две группы:

**Термопластичные (обратимые) смолы** при нагревании размягчаются и становятся пластичными, а при охлаждении снова отвердевают. Такой процесс может повторяться, не внося изменения в химические свойства смолы. К термопластичным смолам относится полиэтилен, полистирол, полиамид, полиоритан и ряд других.

**Термореактивные (необратимые) смолы**, будучи отформованы в процессе изготовления, переходят в неплавкое нерастворимое состояние и вновь формоваться уже не могут. Иначе говоря, термореактивные смолы переходят из вязко-текучего в твёрдое состояние только один раз.

К таким материалам относятся фенолоформальдегидные, полиэфирные, эпоксидные и другие смолы.

Пластмассы в большинстве своем представляют многокомпонентные смеси.

Компонентами пластмасс являются: связующие вещества, наполнители, модифицирующие добавки, красители, порообразователи.

### **Классификация пластмасс.**

В зависимости от вида смол под влиянием на них температуры, пластмассы делятся на два вида: а) термопластичные пластмассы (или термопласты) на основе термопластичных смол;

б) термореактивные (реапласты) на основе термореактивных смол.

В зависимости от структуры пластмассы можно разделить на две основные группы:

- 1) пластмассы без наполнителя (не наполненные);
- 2) пластмассы с наполнителем (наполненные).

Основные виды конструкционных пластмасс и области их применения.

### Стеклопластики.

Стеклопластики представляют собой материалы, состоящие из стекловолокнистого наполнителя и связующего.

В качестве связующего обычно используются терморезистивные смолы (полиэфирная, эпоксидная, фенолоформальдегидная). Стекловолокно является армирующим элементом, прочность которого достигает 1000-2000 МПа. Основой стекловолокна являются элементарные волокна.

Элементарные волокна (первичные нити) получают из расплавленной стеклянной массы, вытягивая ее через небольшие отверстия- фильеры; элементарные волокна (порядка 200) диаметром 6-20 мкм объединяют в нити, а несколько десятков нитей- в жгуты (крученые нити).

В стеклопластиках, применяемых в строительстве, используют следующие стекловолокнистые наполнители:

- а) прямолинейные непрерывные волокна, вводимые в виде жгутов, нитей или элементарных волокон.
- б) рубленое стекловолокно в виде хаотически расположенных

**Существуют следующие виды стеклопластиков:**

- 1) Пресс - материалы типа СВМ** (стекловолокнистый анизотропный пресс- материал) является одним из первых высокопрочных стеклопластиков, полученных путем прессования стеклошпонов (шпонов из однонаправленного стекловолокна).
- 2) Пресс - материалы АГ-4С и АГ-4В.**

**АГ-4С** представляет собой однонаправленную ленту, полученную на основе крученых стеклянных нитей и аминофинолоформальдегидной смолы.

**АГ-4В** представляет собой стекловолокнит на основе срезов первичной нити.

Стеклопластики типа СВМ, АГ-4С и АГ-4В используют для изготовления соединительных деталей (болтов, фасонок) и для профильных изделий, эксплуатируемых в химически агрессивных средах, где металл быстро корродирует. Все перечисленные стеклопластики являются светонепроницаемыми.

**3) Полиэфирный стеклопластик** изготавливают на основе рубленого стекловолокна и прозрачных полиэфирных смол, благодаря которым полиэфирный стеклопластик является светопроницаемым. Выпускается он в изделиях в виде волнистых или плоских листов, часто имеющих различные окраски. Прочностные характеристики существенно ниже, чем у предыдущих материалов, и составляют 60-90 МПа при растяжении и сжатии.

Полиэфирные стеклопластики получили широкое применение в ограждающих конструкциях (стеновые и кровельные панели), лестничных ограждениях и бапконных ограждениях, навесах т.п. конструкциях. Весьма

# Органическое стекло, винипласт и полиэтилен.

**Органическое стекло** состоит из полимера полиметилметакрилата. Оргстекло представляет собой бесцветную пластмассу.

При температуре 20°C органическое стекло имеет сравнительно высокие прочностные характеристики (55 МПа при растяжении и 80 МПа при сжатии). При температуре 105-170°C хорошо формируется в изделия криволинейной формы, легко поддается механической обработке.

Применяется для остекления криволинейных поверхностей, в виде зенитных фонарей, сводов, куполов и т.п. Этот материал весьма эффективен для покрытия теплиц, парников и оранжерей.

**Винипласт** выпускается пластифицированным и непластифицированным (жестким). Одним из главных достоинств винипласта является его исключительная антикоррозионная стойкость в химически агрессивной среде. Он легко обрабатывается, практически водонепроницаем, легко сваривается и склеивается.

Недостаток- малая теплостойкость (всего до 60° С и морозостойкость до -30° С), большой коэффициент линейного расширения (в 7 раз больше, чем у стали) и малая ударная вязкость. По основным механическим свойствам винипласт близок к органическому стеклу.

Винипласт используется для гидроизоляции, в качестве кровельного покрытия. Из него изготавливают трубы, профили, поручни и другие погонажные изделия.

**Полиэтилен** представляет собой твердый белый роговидный продукт. Сырьем для его производства служит бесцветный газ этилен.

Полиэтилен обладает хорошей морозостойкостью (ниже -70°C) и высокой химической стойкостью к действию кислот, щелочей и большинства растворителей. Недостаток его заключается в том, что он подвержен старению. Из полиэтилена изготавливают трубы и арматуру к ним, профильные изделия, болты, листы и т. д.

Перспективным является применение липких лент из стабилизированного

# Тепло – и – звукоизоляционные материалы

Наибольшее распространение в строительстве получили газонаполненные пластмассы, а также сотопласты.

Газонаполненные пластмассы по своей структуре делятся на два вида:

- **пенопласты** – материалы с замкнутыми ячейками;

- **поропласты** – с взаимносообщающимися незамкнутыми ячейками.

Ячейки, заполненные воздухом или газом, составляют более 90% объема материала. Поэтому отличительной особенностью пенопластов является небольшая плотность (от 10 до 200 кг\м<sup>3</sup>), низкая теплопроводность и достаточная для них прочность (0,2-1,1 МПа при сжатии).

Пенопласты, благодаря своей структуре имеют более высокие по сравнению с поропластами изоляционные качества.

Поропласты имеют большее влагопоглощение, но и обладают более высоким звукопоглощением.

Материал получают в виде блоков или форменных деталей. Газонаполненные пластмассы выпускают на основе как термопластичных, так и термореактивных смол.

Различают жесткие, полужесткие и эластичные пенопласты. Первые два вида применяют в органических СК (в качестве среднего слоя в трехслойных панелях).

**Сотопластами** называют изделия с системами регулярных сот шестигранной формы, диаметром, примерно, 12-25 мм. Сотопласты изготавливают из хлопчатобумажной или изоляционной бумаги. Сотопласты применяют для изготовления легких трехслойных конструкций.

# Древесные пластики.

Материалы, полученные на основе переработки натуральной древесины, соединенные синтетическими смолами называют **древесными пластиками**.

Древеснослоистые пластики (ДСП) изготавливают из тонких листов березового (иногда ольхового, липового или букового) шпона, пропитанного смолой и запрессованного при высоком давлении  $150-180 \text{ кг}\cdot\text{см}^2$  и температуре  $t=145-155^\circ\text{C}$ .

В настоящее время в связи еще с высокой стоимостью ДСП, он применяется в основном для изготовления средств соединения элементов конструкций.

Древесноволокнистые плиты (ДВП) изготавливают из хаотически расположенных волокон древесины (опилок), склеенных канифольной эмульсией. Сырьем для ДВП являются отходы лесопиления и деревообработки. Для изготовления твердых и сверхтвердых плит в древесноволокнистую массу добавляют фенолоформальдегидную смолу. Во влажных условиях применять ДВП не рекомендуется. Прочность сверхтвердых плит ДВП плотностью не менее  $950 \text{ кг}\cdot\text{м}^3$  при растяжении составляет около 25 МПа.

Древесностружечные плиты (ПС и ПТ) получают путем горячего прессования древесных стружек, перемешанных, вернее опыленных фенолоформальдегидными смолами.

Древесностружечные плиты в зависимости от плотности подразделяют на:

- легкие  $\gamma=350-500 \text{ кг}\cdot\text{м}^3$
- средние ПС  $\gamma=500-650 \text{ кг}\cdot\text{м}^3$
- тяжелые ПТ  $\gamma=650-800 \text{ кг}\cdot\text{м}^3$

Прочность плит ПТ и ПС при растяжении составляет соответственно 3,6-2,9 МПа и 2,9-2,1 МПа. ПС и ПТ являются дешевым и доступным материалом, он широко используется в строительстве в качестве перегородок, подвесных потолков.

Влагопоглощение плит колеблется в широких пределах, при этом они разбухают по



## Несущие конструкции из пластмасс. Пневматические конструкции

Серьезным препятствием к применению ПМ в несущих конструкциях, является их относительно большая деформативность.

Для предотвращения отрицательного влияния деформативности ПМ применяются в основном два приема:

-повышение жесткости конструктивных элементов путем более рационального, чем в массивных сечениях распределения материала;

-придание конструкциям таких форм, при которых исключаются или сводятся к минимуму напряжения от изгибающих моментов и нежелательные деформации.

Первому приему в наибольшей степени отвечают тонкостенные профили (трубчатые, коробчатые, волнистые), второму – пространственные конструкции одинарной или двойной кривизны (своды, купола, оболочки), а также конструкции из объемных блоков (пирамидальных, воронкообразных, саблевидных и др.).

Наиболее приемлемыми для несущих конструкций являются пластмассы на основе полиэфирных, эпоксидных и фенольных смол, с наполнением стекловолокном (полиэфирные стеклопластики применяются чаще остальных, так как они наиболее дешевые).

В менее ответственных частях конструкций применяется жесткий винипласт и оргстекло.

Каждому конструктивному материалу соответствуют свои эффективные формы. Можно выделить два основных вида пластмассовых несущих конструкций:

- 1) решетчатые конструкции из стеклопластиковых и винипластиковых труб;
- 2) конструкции из объемных элементов и пространственные конструкции.

## Пневматические конструкции

Пневматические конструкции являются самыми распространенными пространственными конструкциями из пластмасс.

Пневматическими или надувными называют конструкции, несущая способность которых обеспечивается избыточным давлением воздуха или другого газа, заключенного в газонепроницаемую оболочку, выполненную из ткани или пленки.

Пневматические конструкции отличаются простотой, легкостью и компактностью в сложенном виде, высокой сборностью и транспортабельностью. Их возведение весьма просто и не требует каких-либо трудоемких вспомогательных приспособлений. Они обладают сейсмостойкостью, а их основание можно возводить на скальных грунтах.

Пневматические конструкции подразделяются на:

- воздухоопорные (воздухонесущие);
- пневмокаркасные;
- комбинированные (вантовопневматические и линзообразные).

Воздухоопорные конструкции представляют собой закрытую пневмооболочку, под которой внутри помещения создается небольшое избыточное давление воздуха, играющее роль основного несущего элемента конструкции. Это давление устанавливается расчетом в пределах 0,02-0,002 атм. Такое давление обеспечивает необходимую устойчивость сооружения и практически не ощущается находящимися в помещении людьми.

Воздухоопорные ПК проектируются, как правило, в виде сферических куполов или цилиндрических сводов пролетом от 12 до 50

# Пневмокаркасные конструкции

Состоят из ряда несущих надувных элементов. Пневмоэлементы представляют собой герметически зарытые баллоны, чаще всего трубчатой формы диаметром до 60-70 см.

Пневмокаркасные конструкции применяются в виде пневмобалок, пневмостоек, пневмоарок, пневмокуполов и других конструкций.

Опоры пневмоарок шарнирные. Торец пневмоэлементов надевают на стальной стакан и закрепляют нагелями или хомутами. Наиболее целесообразно для ПК использовать арки кругового очертания. Пролет пневмоарок следует принимать 12-16 м., шаг 2,5-3 м.

Внутри помещения с пневмокаркасными конструкциями в отличие от воздухоопорных, сохраняется нормальное давление воздуха. Однако, конструкции этого типа сложнее в изготовлении и требуют установки для нагнетания воздуха под значительно большим давлением. Для этой цели используют обычно компрессоры, а иногда баллоны со сжатым воздухом или газом.

Комбинированные конструкции состоят из сборного каркаса (алюминиевого, стального или деревянного) и воздухоопорной ограждающей оболочки.

Вантовопневматические конструкции представляют собой сочетание воздухоопорных оболочек с вантовыми системами из стальных или синтетических тросов.

Линзообразные пневматические конструкции состоят из замкнутых висячих оболочек, закрепленных на жестком опорном каркасе.

Пневмоконструкции применяются во временных сооружениях: зерноскладах, складах сыпучих материалов, как опалубка для монтажа постоянных (бетонных) конструкций; для капитальных сооружений – как покрытие цирков, стадионов, летних кинотеатров. Кроме того, ПК применяют для изготовления куполов и складов методом поверхностного нанесения стеклопластика или полиуретана, в результате чего образуется монолитная трехслойная конструкция.

Наибольшее применение получили воздухоопорные конструкции в виде цилиндрических или сферических оболочек.

## Материалы, применяемые для ПК.

Для возведения пневматических конструкций используют тканевые материалы и пленки.

Основные требования к этим материалам:

- воздухонепроницаемость;
- влагонепроницаемость;
- эластичность;
- легкость в сочетании с высокой прочностью на разрыв и достаточной долговечностью при эксплуатации в различных климатических условиях.

Пневматические конструкции рассчитываются по двум предельным состояниям:

- 1) по несущей способности (прочность, устойчивость);
- 2) по деформациям (прогибам, складкообразованию и сохранению положительной кривизны).