

ЛЕКЦИЯ 13

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

**Несущие конструкции из пластмасс.
Пневматические конструкции.**

Пластическими массаами (или пластмассаами) 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, полиуритан 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 относится 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 термореактивные смолы (полиэфирная, эпоксидная, фенолоформальдегидная). Стекловолоконное волокно 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\м³), 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 $150-180 \text{ кг/см}^2$ 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 кг/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 $\gamma=350-500 \text{ кг/м}^3$
- средние ПС $\gamma=500-650 \text{ кг/м}^3$
- тяжелые ПТ $\gamma=650-800 \text{ кг/м}^3$

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).