

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Макалада курулуштагы полимерлерден ар тараптуу колдонулушу каралат. Полимерлердин классификациясы берилген, курулуш материалы катары пластмассанын негизги касиеттери көрсөтүлгөн.*

*В статье рассматривается спектр применения полимеров в строительстве. Дана классификация полимеров, приведены основные свойства пластмасс как строительных материалов.*

*Spectrum of the using polymer is considered In article in construction. It Is Given categorization polymer, are brought main characteristic of plastic as the building materials.*

Полимеры - высокомолекулярные соединения, важнейшая составная часть пластмасс. Исходным сырьем для получения полимеров служит природный газ, а также «попутный» газ, сопровождающий выходы нефти и каменноугольный деготь, получаемый при коксовании угля. Состоят они в основном из трех групп химических соединений:

- 1) связующего (различные смолы, полистирол, фенолоформальдегидные соединения и др.);
- 2) пластификатора;
- 3) наполнителя

В качестве вспомогательных веществ в их состав входят также пигменты (красители), стабилизаторы и др. /1-5/.

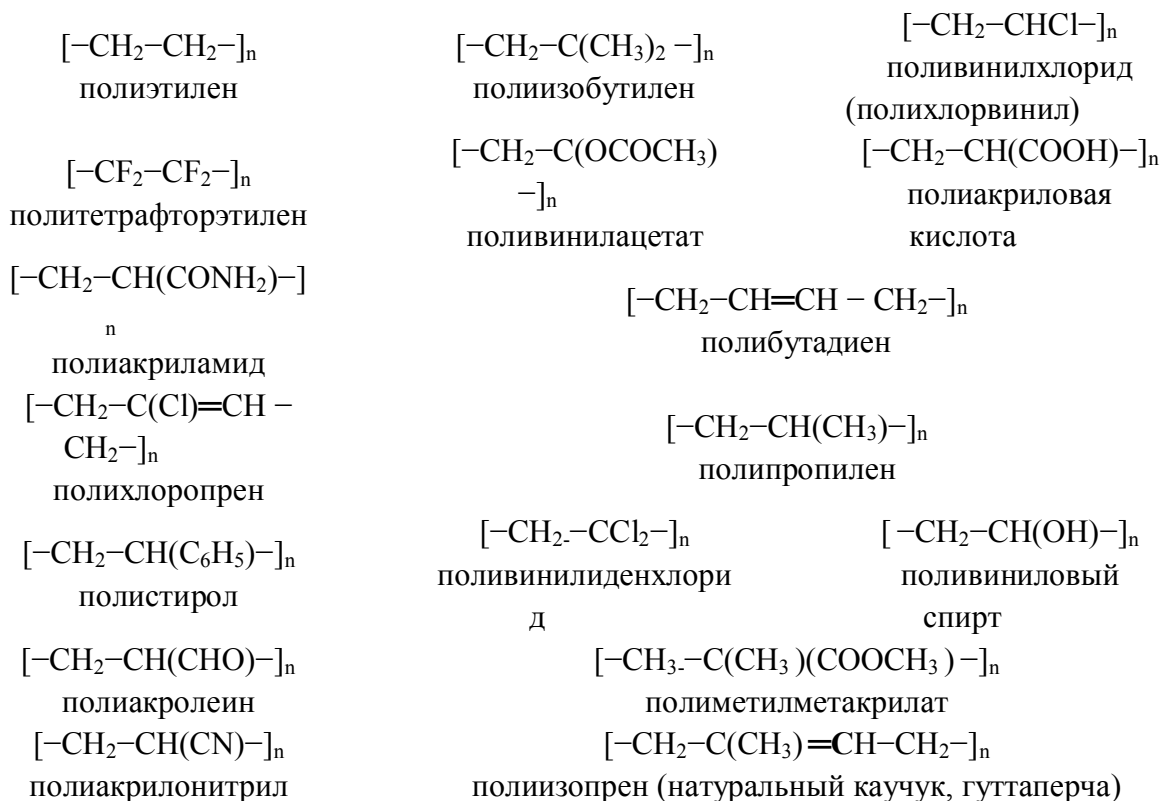
Впервые промышленное производство полимеров началось в 20—30-е гг. XX в., когда в массовом порядке стали производить мочевиноформальдегидные и некоторые другие виды полимеров. С внедрением методов полимеризации (начиная с 30-х гг.) были получены новые их виды: поливинилхлорид, полистирол, поливинилацетат и др. Еще позднее появились поликонденсационные пластики: полиуретановые, полиамидные и др.

Крупномасштабное производство полимерных материалов и широкое их использование в строительстве началось в 60-е гг. В настоящее время в мире производится более 100 млн. т. полимеров, значительная часть их используется в строительстве. Например в США и Германии более 25% полимеров идет на изготовление строительных и отделочных материалов. В последнее десятилетие резко возрос выпуск таких важнейших полимеров, как полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид и полистирол. Полимеры все чаще используют как важнейшую составную часть композиционных материалов. Например, полимербетонов, полимерцементных бетонов и т. д.

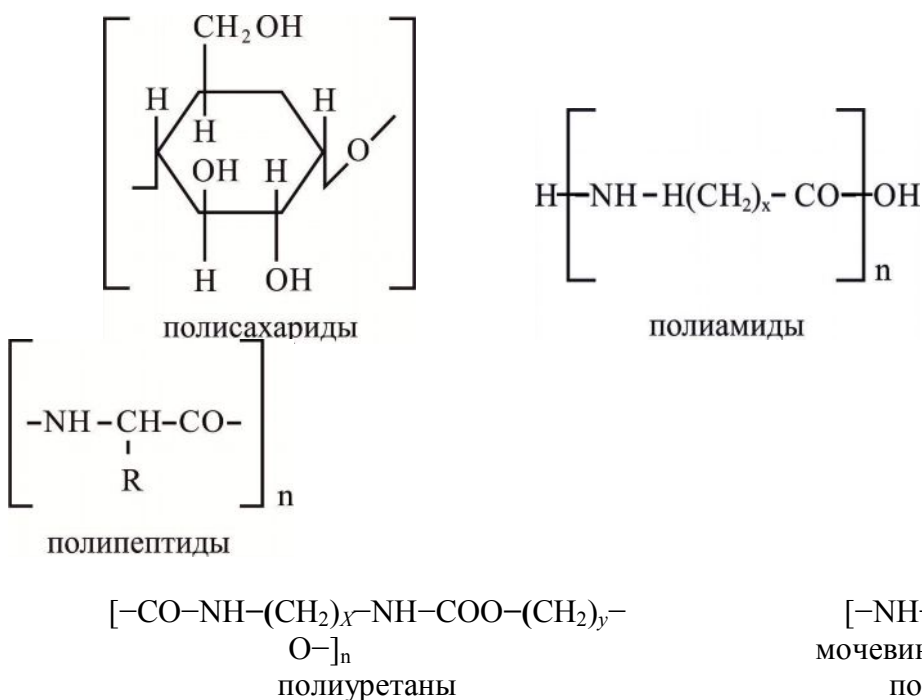
По методам получения все высокомолекулярные соединения можно разделить на три группы: природные (например, белки, нуклеиновые кислоты, целлюлоза, натуральный каучук), синтетические (полиэтилен, поливинилхлорид и др.) и искусственные, которые получены путем химической модификации природных полимеров (эферы целлюлозы) /1/.

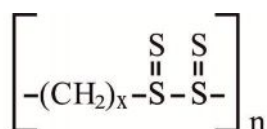
По химическому составу основной макромолекулярной цепи высокомолекулярные соединения делятся на два больших класса: гомоцепные, цепи которых построены из одинаковых атомов, и гетероцепные, макромолекулярная цепь которых содержит атомы

различных элементов. Среди гомоцепных высокомолекулярных соединений наиболее важны те, макромолекулярные цепи которых состоят только из атомов углерода. Такие высокомолекулярные соединения называются карбоцепными, например:



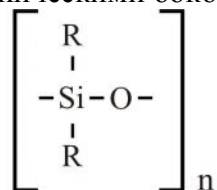
Гетероцепные полимеры можно разделить на две группы. В первую группу входят полимеры, содержащие в основной цепи, как атомы углерода, так и атомы других элементов, например:



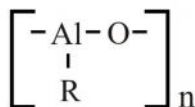


полиалкилентетрасульфиды (тиоколы)

Вторая группа включает гетероцепные полимеры с неорганической главной цепью и органическими боковыми группами:

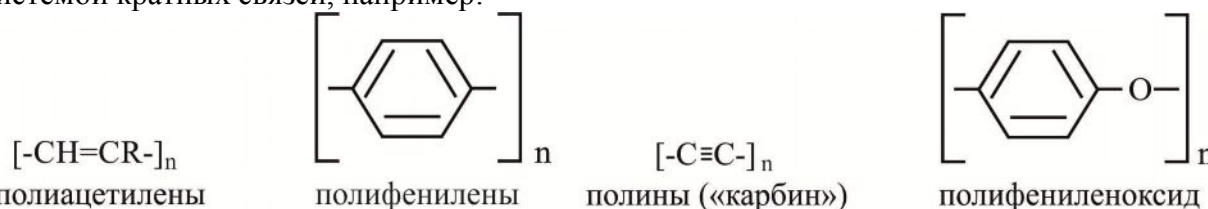


полисилоксаны



полиалюмоксаны

Большое значение имеют высокомолекулярные соединения с сопряженной системой кратных связей, например:



Пластмассы и изделия из них, используемые в строительстве, настолько разнообразны, что возникает необходимость более подробного знакомства с основными представителями полимерных материалов и их применением в этой области.

Полиэтилен  $[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n$  продукт полимеризации этилена. В зависимости от способа получения различают полиэтилен высокого и низкого давления. Полиэтилен низкого давления, получаемый методом ионной полимеризации при низком или нормальном давлении в присутствии катализаторов Циглера-Натта, имеет линейную структуру и характеризуется высокой степенью кристалличности, что придает ему большую плотность. Средняя молекулярная масса такого полиэтилена составляет 50-800 тыс. Все это отличает его от полиэтилена высокого давления, который образуется при радикальной полимеризации и имеет меньшую устойчивость к повышению температуры и незначительную твердость.

Полиэтилен находит широкое применение в строительной технике. Например, при строительстве оросительных каналов в качестве облицовочного материала вместо бетона используется полиэтиленовая пленка. Эта же пленка, пропускающая свыше 90% ультрафиолетового излучения, используется при сооружении теплиц. Из полиэтилена изготавливаются трубопроводы для воды и агрессивных жидкостей (кислот, щелочей и т.д.), оболочки кабелей, шланги, а также различные декоративные плитки и покрытия в целях защиты от атмосферных воздействий и коррозии. Например, полиэтиленовой пленкой можно покрывать листы алюминия. Образующийся алюмопласт, обладая эластичностью, устойчивостью против коррозии и химически агрессивных жидкостей, применяется с различными целями, в том числе и для декоративной отделки строительных конструкций.

Полипропилен  $[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-]_n$  и полиизобутилен  $[-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-]_n$  получают ионной полимеризацией соответственно пропилена и изобутилена, используя в качестве катализатора в первом случае комплекс Циглера-Натта, а во втором – различные соединения галогена ( $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{BF}_3$ ,  $\text{AlBr}_3$ ). Средняя молекулярная масса полипропилена 300-700 тыс., а полиизобутилена 70-225 тыс.

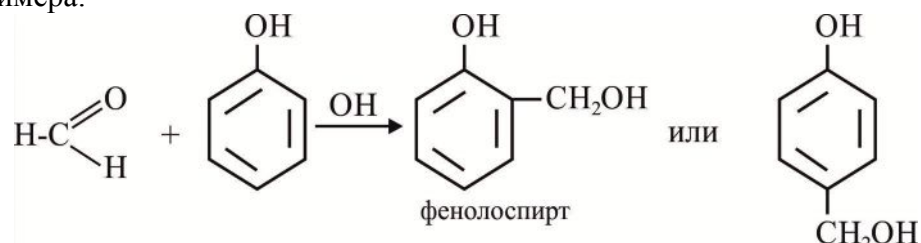
Полиизобутилен представляет собой эластичный каучукоподобный материал, обладающий хорошей стойкостью к агрессивным средам и, что очень важно, водостойкостью. Это качество заслуживает особого внимания при производстве различных строительных работ, где полиизобутилен применяется в виде гидроизоляционных пленок, прокладочных материалов при сооружении фундаментов и для гидроизоляционных мембран при постройке автомобильных дорог. Увеличение прочности и жесткости конструкций из полиизобутилена при введении в него активных наполнителей (сажа, графит и др.) делает этот полимер еще более незаменимым материалом в строительстве.

Полистирол  $[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-]_n$  получают радикальной полимеризацией стирола с использованием инициаторов (блочным или эмульсионным методом). Блочный полистирол, имеющий среднюю молекулярную массу от 60 до 200 тыс., характеризуется высокой чистотой и пропускает до 90% излучения видимой части спектра.

Полистирол применяют для остекления зданий, изготовления декоративных стекол и цветных плиток для облицовки стен. Пенообразный полистирол служит для устройства стен и потолков холодильных камер, облицовки в системах кондиционирования воздуха, изоляции холодильных установок. Пористый полистирол (поропласт) употребляется в строительстве в качестве звуко- и теплоизоляционного материала. Он сохраняет тепло лучше специального теплоизоляционного кирпича.

Фенолоальдегидные полимеры синтезируются при поликонденсации фенолов (фенол, крезол, резорцин) с альдегидами (формальдегид, ацетальдегид, фурфурол и др.). Наибольшее практическое значение имеют фенолформальдегидные полимеры, полученные поликонденсацией фенола с формальдегидом.

Формальдегиды и фенол в щелочной среде образуют метиллолпроизводные, которые затем вступают в реакцию поликонденсации с реакционноспособными атомами водорода молекулы фенола или с другой молекулой фенолоспирта с образованием линейного полимера:



Фенолформальдегидные полимеры широко применяются в строительстве. Их используют для производства клеев, спиртовых лаков, эмалей, красок и политуры, твердых древесноволокнистых и древесностружечных плит, для изготовления сотовых панелей и стеклотекстолита, а также крупногабаритных панелей и плит для стен и перекрытий зданий, сборных конструкций складов, гаражей и т.д.

Ценным свойством пластических масс является их малая объемная масса. У различных широко применяемых пластмасс, в том числе пористых (поропластов), объемная масса колеблется в пределах от 15 до 2200 кг/м<sup>3</sup>. Специальные пластики (например, рентгенопроницаемые с сернокислым барием в качестве наполнителя) могут иметь больший объемный вес /6/.

В среднем объемная масса пластмасс, за исключением поропластов, в 2 раза меньше, чем у алюминия, и в 5-8 раз меньше, чем у стали, меди, свинца. Отсюда совершенно очевидно, что даже частичная замена этих металлов, а также традиционных силикатных материалов пластмассами позволяет значительно снизить вес сооружений, правда, в тех случаях, когда пластические массы применяют в качестве навесных стеновых панелей в зданиях каркасного типа и материалов междуэтажных перекрытий.

Прочностные характеристики пластмасс особенно высоки у пластмасс с листообразными наполнителями. Например, у стеклотекстолита предел прочности при растяжении достигает 2800 кг/см<sup>2</sup> (у стали марки Ст. 3 3800-4500 кг/см<sup>2</sup>), у дельта-

древесины - 3500 и у стекловолокнистого анизотропного материала (СВАМа) - 4500 кг/см<sup>2</sup>. Из приведенных данных видно, что слоистые пластики в принципе можно применять для несущих нагрузку конструктивных элементов зданий, хотя стоимость их пока весьма высока.

Пределы прочности при сжатии этих материалов также достаточны, например у дельта-древесины 2000, у стеклотекстолита 1600 и у СВАМа 4000 кг/см<sup>2</sup>.

Интересны и обнадеживающе, с точки зрения применения пластмасс в строительстве, соотношения у этих материалов пределов прочности при сжатии и растяжении, а именно: у дельта-древесины 0,7, у стеклотекстолита 0,6, у СВАМа 0,9, тогда как (для сравнения) у сосны это отношение 0,4, а у бетона 0,1, у стали 1.

Таким образом, у пластмасс пределы прочности при сжатии и растяжении достаточно высоки, превосходя в этом отношении многие строительные материалы силикатной группы (кирпич, бетон).

Прочностные характеристики пористых пластмасс (например, мипоры) очень невысоки, но удовлетворяют требованиям, предъявляемым к этим утеплительным материалам.

Важнейшим показателем для конструктивных материалов является коэффициент конструктивного качества материала, т. е. коэффициент, получаемый от деления прочности материала на его объемную массу. Внедрение в строительстве материалов с высоким коэффициентом конструктивного качества предопределяет правильное решение одной из основных его задач - снижение веса зданий и сооружений.

Коэффициент конструктивного качества кирпичной кладки составляет 0,02 (самый низкий из всех строительных материалов), у цементного бетона марки 150 - 0,06, стали марки Ст. 3 - 0,5, сосны - 0,7, дюралюминия - 1,6, СВАМа - 2,2 и, наконец, дельта-древесины - 2,5. Таким образом, по коэффициенту конструктивного качества слоистые пластики являются непревзойденными до сих пор материалами.

Теплопроводность плотных пластмасс колеблется в пределах от 0,2 до 0,6 ккал/м·ч град. Наиболее легкие пористые пластмассы имеют теплопроводность всего лишь 0,026, т. е. их коэффициент теплопроводности приближается к коэффициенту теплопроводности воздуха. Очевидно, что низкая теплопроводность пластмасс позволяет широко использовать их в строительной технике /7/.

Важным свойством пластических масс является химическая стойкость, обусловленная химической стойкостью полимеров и наполнителей, которые использованы для изготовления пластмасс. (Химическую стойкость следует понимать в широком смысле этого термина, включая и стойкость к воде, растворам солей и органическим растворителям.) Особенно стойки к воздействию кислот и растворов солей пластмассы на основе политетрафторэтилена, полиэтилена, полиизобутилена, полипропилена, полистирола, поливинилхлорида /8/.

Химически стойкие пластмассы можно использовать при сооружении предприятий химической промышленности, канализационных сетей, а также для изоляции емкостей при хранении агрессивных веществ.

Ценным свойством пластмасс является их способность окрашиваться в различные цвета органическими и неорганическими пигментами. При подборе красителей и пигментов для пластмасс приходится, естественно, учитывать возможное химическое взаимодействие между полимером и красителем.

Высокая устойчивость пластмасс к коррозионным воздействиям, ровная и плотная поверхность изделий, получаемая при формировании, также позволяет в ряде случаев отказаться от окрашивания. К качеству окраски пластических масс, применяемых в виде строительных материалов, должны быть предъявлены значительно более высокие требования, чем к качеству окраски пластмасс, используемых, например, в машиностроении. Это объясняется тяжелыми условиями работы строительных материалов и продолжительным сроком службы зданий. Покраска их должна быть

высокоустойчивой к атмосферным воздействиям, в частности к особенно активному фактору - действию света.

Большой интерес представляет низкая истираемость пластмасс, что открывает большие перспективы для применения пластических материалов в качестве одежды полов.

Испытания полов на основе полимеров дали хорошие результаты. Так, истираемость поливинилхлоридных плиток для полов составляет 0,05, линолеума глифталевого 0,06 г/см<sup>2</sup>.

Весьма ценным свойством некоторых пластических масс без наполнителя является их прозрачность и высокие оптические свойства. Многие из них, называемые поэтому органическими стеклами, можно при снижении их стоимости достаточно широко применять как прозрачные материалы с более высокими свойствами, чем силикатное стекло.

Органические стекла, отличающиеся высокой прозрачностью и бесцветностью, можно легко окрашивать в различные цвета. Они пропускают лучи света в широком диапазоне волн, в частности ультрафиолетовую часть спектра, причем в этом отношении превосходят в десятки, раз обычные стекла. Следует отметить их значительно меньшую объемную массу. Так, объемная масса «стекла» из полистирола 1060 кг/м<sup>3</sup>, тогда как у обычного оконного 2500 кг/м<sup>3</sup>.

Коэффициенты преломления полиметилметакрилатных и полистирольных «стекел» весьма близки к коэффициенту преломления обычного оконного стекла (1,52). Прозрачность органических стекол по сравнению с принятой за 100 у алмаза колеблется в пределах от 83 до 94 (у полиметилметакрилата).

Органические стекла отличаются легкостью формирования, так как требуется лишь незначительный нагрев. Достаточно высокие прочностные характеристика этих стекол позволяют широко применять их в строительстве.

Особенно ценным свойством пластмасс является легкость их обработки - возможность придавать им разнообразные, даже самые сложные формы. Бесстружечная обработка этих материалов (литье, прессование, экструзия) значительно снижает стоимость изготавливаемых изделий.

Столь же целесообразна по технологическим и экономическим соображениям станочная переработка пластмасс (пиление, сверление, фрезерование, строгание, обточка и др.), позволяющая полностью использовать стружку и отходы (при применении термопластичных полимеров).

Возможность склеивания пластмассовых изделий, как между собой, так и с другими материалами (например, с металлом, деревом) открывает большие перспективы для изготовления различных клееных комбинированных строительных изделий и конструкций.

Легкая свариваемость материалов из пластмасс (например, труб) в струе горячего воздуха позволяет механизировать некоторые виды строительных работ, в частности санитарно-технические, и значительно удешевить их.

Простота герметизации мест соединений и сопряжений для материалов из пластмасс позволяет широко использовать их в гидро - и газоизоляционных конструкциях. Это свойство хорошо сочетается с легкой способностью пластмасс давать тонкие и прочные газо- и водонепроницаемые пленки, которые можно применять как надежный недорогой и удобный материал в гидро - и газоизоляционных конструкциях.

Свойство многих из этих пленок не разрушаться под действием органических растворителей дает возможность применять их в качестве изоляционных материалов при строительстве бензохранилищ и других хранилищ для светлых нефтяных продуктов. Свойство пластмасс образовывать тонкие пленки в сочетании с их высокой адгезионной способностью по отношению к ряду материалов позволяет считать их незаменимым сырьем для производства на их основе лаков и красок. Лакокрасочные материалы среди

других видов строительных материалов на основе полимеров быстро развиваются как наименее полимероемкие.

Понятие полимероемкости строительного материала является чрезвычайно ценным для перспективного планирования развития производства строительных материалов на основе полимеров. При установлении этого понятия следует иметь в виду две составляющие полимероемкости - количественное содержание полимера в данном материале и абсолютный вес материала, приходящегося на единицу площади конструкции (стены, пола, кровли).

При использовании полиэтиленовой пленки толщиной 0,085 мм весом 80 г/м<sup>2</sup> для двухслойной гидроизоляции площадью 1 м требуется 160 г полиэтилена, так как эта пленка состоит из чистого полиэтилена. Следовательно, полимероемкость полиэтиленовой пленки равна 160 г/м<sup>2</sup>. Полимероемкость поливинилхлоридного линолеума с 50% полимера, 1 м<sup>2</sup> которого весит 2600 г, составит  $2600 : 2 = 1300$  г/м<sup>2</sup>. Низкую полимероемкость имеют окрасочные составы на основе полимеров (50-75 г/м<sup>2</sup>).

Широко внедряться могут только те строительные материалы на основе полимеров, которые имеют низкую полимероемкость.

К положительным свойствам пластмасс следует отнести также неограниченность и доступность сырьевой базы, на которую опирается промышленность полимеров, являющихся основой производства пластических масс.

Синтетические полимеры, на которые ориентируется развитие промышленности пластических масс, получают путем химических превращений на основе реакций иоликонденсации и полимеризации из простейших химических веществ, которые в свою очередь получают из таких доступных видов сырья, как уголь, известь, воздух, нефть, газы.

Широчайшее применение полимеров в строительстве, помимо таких положительных свойств, как антикоррозийность, эластичность, гибкость, технологичность, обусловлено в первую очередь возможностью создавать из них материалы с заданными разработчиками свойствами.

Таким образом, спектр применения полимеров в строительстве весьма широк. Они повсеместно используются для: покрытия полов (линолеум, релин, поливинилхлоридные плитки и др.), внутренней отделки стен и потолков, гидроизоляции и герметизации зданий, изготовления тепло- и звукоизоляционных материалов (поропласты, пенопласты, сотопласты), кровельных и антикоррозионных материалов и покрытий, оконных блоков и дверей, конструктивно-отделочных и ограждающих элементов зданий, лаков, красок, эмалей, клеев, мастик (на полимерном связующем) и для многих других целей.

### Список литературы

1. Артеменко А.И Органическая химия. Учебник для строительных специальностей. М.: Высшая школа, 1987. - 440с.
2. Лосев И.П., Тростянская Е.В. Химия синтетических полимеров. М.: 1971. - 615с.
3. Энциклопедия полимеров, т. 1. М.: Сов энцик, 1972-1977. - 612с.
4. Стрелихеев А. А., Деревицкая В. А. Основы химии высокомолекулярных соединений. М. Химия, 1976. - 440с.
5. Лосев И.П., Тростянская Е.Б. Химия синтетических полимеров. М.: Химия, 1971.- 617 с.
6. Коршак В.В. Прогресс в полимерной химии. М.: Наука, 1965. - 414с.
7. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М.: Химия, 1978. - 544с.
8. Оудиан Дж. Основы химии полимеров. М.: Мир, 1974. - 614с.