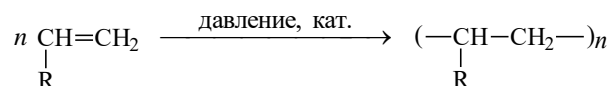


Полимеризация непредельных соединений

Полимеры (высокомолекулярные соединения) очень широко используются в современном обществе. Их получают из веществ, которые в промышленности называют *мономерами*. Очень часто в качестве мономеров используют соединения с двойными или тройными связями. Молекулы непредельных соединений при высоком давлении или наличии катализатора способны реагировать между собой – полимеризоваться:



Отсюда видно, что молекула полимера в основном состоит из многократно повторяющихся звеньев. На концах молекулы расположены какие-то другие группы. Это может быть, например, атом водорода или два атома углерода, связанные двойной связью. Какие именно группы атомов находятся на концах, зависит от того, с помощью каких катализаторов проводят полимеризацию. Масса этих концевых групп относительно массы всей молекулы полимера ничтожна, и обычно они очень мало влияют на свойства вещества. Поэтому в формуле полимера их не указывают.

Коэффициент n называют *степенью полимеризации*. Чем больше значение n , тем длиннее молекулы полимера и больше его молекулярная масса.

Не все молекулы полимера имеют одинаковую длину и одинаковую массу, поэтому обычно говорят о *среднем значении n и средней молекулярной массе полимера*. Среднее значение n для разных полимеров изменяется от нескольких сотен до нескольких тысяч.

Один из наиболее распространенных полимерных углеводородов – *полиэтилен* ($\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—}$) $_n$ впервые был получен случайно в 30-х годах XX века. Ученые, изучая влияния высоких давлений на свойства веществ, в том числе на свойства этилена, заметили, что на стенках реактора иногда образуется белый налет эластичного вещества. Для получения полиэтилена таким способом необходимо очень высокое давление (около 150 МПа). Поэтому первые реакторы для получения полиэтилена делали из стволов артиллерийских орудий.

По своей структуре полиэтилен и его ближайший аналог – полипропилен ($\begin{array}{c} \text{—CH—CH}_2\text{—} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$) $_n$ –

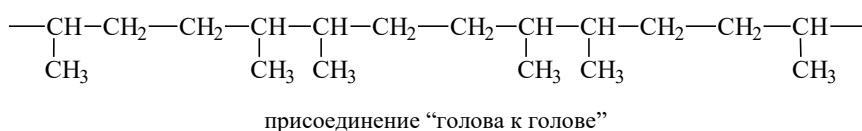
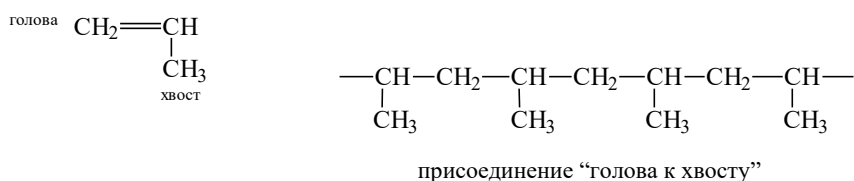
насыщенные углеводороды.

Они легко плавятся, обладают химическими свойствами алканов: горят на воздухе, инертны по отношению к кислотам и щелочам. Поэтому многие химические реактивы, в том числе щелочи, хранят не в стеклянной, а в полиэтиленовой посуде. Полиэтилен и полипропилен используют как упаковочные материалы (различные пакеты, пленки, бутылки), из них готовят трубы, детали машин, тепло- и электроизоляцию, прозрачное покрытие для теплиц и т. д. Полиэтилен и полипропилен ни в чем не растворяются, поэтому их нельзя склеить никаким клеем. Чтобы соединить куски этих материалов, их сплавляют.

Немецкий химик К. Циглер и итальянец Дж. Натта разработали метод каталитической полимеризации этилена и пропена. Если использовать катализаторы Циглера-Натта, то не нужно проводить полимеризацию при высоких давлениях и температурах. Достижения этих ученых были высоко оценены – в 1963 г. они получили Нобелевскую премию.

В чем основные достоинства каталитического метода получения этих полимеров? Оказывается, механические свойства полимеров, полученных таким методом, отличаются от свойств полимеров высокого давления. Такие материалы эластичнее и в то же время значительно прочнее. Чтобы понять, с чем это связано, рассмотрим строение полипропилена.

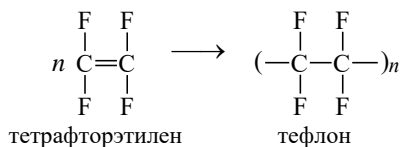
Молекула пропена несимметрична, поэтому соединение молекул между собой может происходить двумя способами. Если назвать часть молекулы, которая находится с одной стороны от двойной связи, “головой”, а с другой – “хвостом”, то при полимеризации молекулы могут соединяться между собой *регулярно*: “голова к хвосту” и “голова к голове” (кстати, химики вполне серьезно используют эти названия в научных работах), или *нерегулярно*, случайным образом:



Полимеризация пропена при высоком давлении происходит случайным образом: часть молекул пропена присоединяется по принципу “голова к голове”, а часть – “голова к хвосту”. Такой полимер называют *нерегулярным*. Он обладает сравнительно небольшой прочностью. Каталитическое присоединение позволяет получать *регулярные* полимеры.

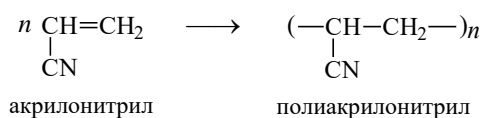
Полиэтилен и полипропилен химически инертны, безвредны для человека, однако имеют один недостаток – начинают размягчаться при нагревании до 80°C. Поэтому будьте осторожны, когда хотите налить в пластиковый стакан горячий чай: если стакан предназначен для *холодных пищевых продуктов*, то он будет испорчен, а кипятком можно ошпариться.

Этого недостатка нет у политетрафторэтилена (*тефлона*)



Этот уникальный по своим свойствам, но сравнительно дорогой полимер способен, не размягчаясь, выдерживать нагревание до 350 – 400°C. Тефлон химически инертен и безвреден. Из него делают детали приборов в химической промышленности, тефлоновые протезы используют в хирургии. В домашнем хозяйстве очень популярна посуда с тефлоновым покрытием – пища к такому покрытию не пригорает, при жарке можно обойтись без масла. Но осторожно – такое антипригарное покрытие легко царапается металлическими предметами, и сковородку можно быстро испортить. Поэтому при приготовлении пищи в посуде с тефлоновым покрытием необходимо пользоваться деревянной лопаточкой.

Из *полиакрилонитрила*, который получают полимеризацией акрилонитрила, изготавливают искусственные волокна.



Из акрила (так чаще называют это волокно) делают искусственный мех.

При полимеризации хлорэтена $\text{CHCl} = \text{CH}_2$, который в промышленности называют винилхлорид, получают дешевый и широко используемый полимер – *поливинилхлорид* $(-\text{CHCl}-\text{CH}_2-)_n$. Его сокращенное название – ПВХ. Его используют для производства разнообразных емкостей, водопроводных труб, грампластинок, всяких пленок, линолеума, “виниловых” моющихся обоев и т. д.

Внимание: Будьте осторожны, если кладете в полимерную посуду или упаковочную пленку продукты питания, используете пластмассовое ведро для питьевой воды, даете пластмассовую игрушку ребенку. На отечественных пластиковых изделиях обычно есть надпись “Для пищевых продуктов” или “Только для непищевых продуктов”. Если на импортных упаковочных материалах нет аналогичной пометки, *лучше не допускать их контакта с продуктами*. Опасен может быть любой непищевой полимер, в том числе и полиэтилен.

Дело в том, что при производстве полимеров могут быть использованы вредные для организма катализаторы. Кроме того, непищевые полимерные материалы обычно содержат небольшие количества вредного для здоровья мономера (например, акрилонитрил – сильно ядовитое вещество, а винилхлорид канцерогенен, он может вызвать рак). Полимеры, предназначенные для пищевых целей, проходят строгую проверку на отсутствие в них ядовитых примесей.

Увлечение при отделке квартир пластиковыми материалами тоже таит в себе опасность. Стены, покрытые красивыми и практичными моющимися обоями, “не дышат”, поэтому спальни следует оклеивать обычными бумажными обоями. А при пожаре полимерные материалы могут нести смертельную опасность: при горении хлорсодержащих пластиков и полиакрилонитрила образуются такие ядовитые газы, как хлороводород HCl , фосген COCl_2 , циановодород HCN и дициан $(\text{CN})_2$. Причина гибели многих людей при пожарах в домах – отравление не угарным газом, а этими продуктами сгорания синтетических материалов.

Конечно, полимерные материалы очень удобны: они легкие, дешевые, гигиеничные. Ничего удивительного, в том, что их популярность в быту высока. Производится огромное количество одноразовой посуды, бутылок, пакетов и т.д. Но, в конце концов, все пластмассовые изделия оказываются на свалках. А это приводит к серьезным экологическим проблемам. Ничего аналогичного пластмассам в природе нет, поэтому микроорганизмы плохо умеют перерабатывать эти вещества. Выброшенная после пикника одноразовая бутылка может пролежать в лесу десятки лет. Поэтому во многих странах начали возвращаться от “гигиеничной” одноразовой упаковки к стеклянным бутылкам, а также собирать пластмассовые отходы, чтобы производить из них новые изделия. Так, например, фирма “Лего” при производстве детских конструкторов использует полиэтилен старых одноразовых бутылок.