

АГЕНТСТВО КОНСУЛЬТАЦИЙ И УПРАВЛЕНИЯ В  
СТРОИТЕЛЬСТВЕ  
«КОНУС»

---

---

Аналитическая записка

**Полимеры. Применение в строительстве.  
Пенополистирол. Экологичность.**

Д.С.Визерский

Москва  
2017

В настоящее время широкое распространение в строительстве получили материалы на основе полимеров. Например, трубы из сшитого полиэтилена, оконные блоки ПВХ (поливинилхлорид), теплоизоляционные материалы на основе полиуретана и полистирола.

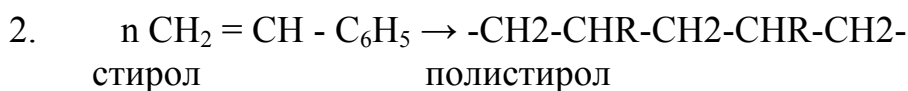
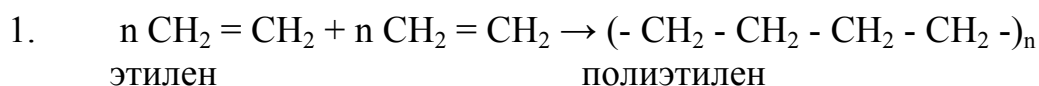
У данных материалов есть ряд существенных преимуществ: небольшая относительная стоимость, низкий удельный вес, долговечность. Рассмотрим химическую структуру основных полимеров применяемых в строительстве и способы их промышленного производства

**Полимеры** - высокомолекулярные соединения (ВМС), с молекулярной массой от нескольких тысяч до многих миллионов [г/моль]. Молекулы полимеров состоят из большого числа повторяющихся звеньев.

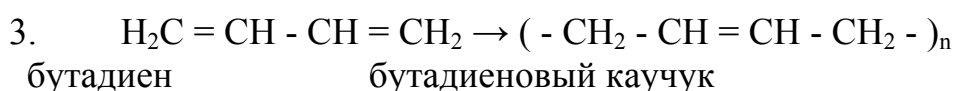
Полимеры получают реакциями полимеризации и поликонденсации.

**Полимеризация** - реакция образования полимеров путем последовательного присоединения молекул низкомолекулярного вещества (*мономера*). В качестве мономеров используются соединения с кратными связями:  $C = C$ ,  $C = O$ ,  $C = C = C$ ,  $C = N$  или с циклическими группами, способными раскрываться. В процессе полимеризации происходит разрыв кратных связей или раскрытие циклов у мономеров и возникновение химических (ковалентных) связей между группами с образованием макромолекул.

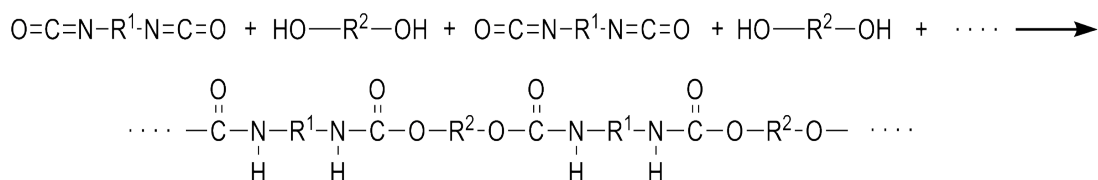
Примеры полимеризации:



где R –  $\text{C}_6\text{H}_5$  (бензил-радикал).



4. Реакция получения полиуретана путем реакции между диизоцианатом и полиолом



Большинство полимеров обычно находятся в аморфном состоянии (стеклообразном). Однако, некоторые полимеры в определенных условиях могут иметь кристаллическую структуру.

Химические свойства полимеров зависят от состава, молекулярной массы и структуры. Наличие у макромолекул двойных связей и функциональных групп обуславливает повышение реакционной способности полимеров. Например, вулканизация каучука - сшивание макромолекул поперечными связями.

Полимеры могут подвергаться *деструкции*, т.е. разрушению под действием кислорода, света, тепла, радиации и др. В результате деструкции изменяются химические и физические свойства полимеров, в конце концов, полимеры становятся непригодными для дальнейшего применения. Процесс ухудшения свойств полимеров во времени в результате деструкции макромолекул называют *старением полимеров*. Для замедления деструкции в состав полимеров вводят стабилизаторы, чаще всего антиоксиданты, т.е. вещества, замедляющие реакции окисления (ароматические амины, фенолы и др.).

## **АНАЛИЗ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА.**

Как и большинство полимеров, полистирол подвержен реакции деполимеризации и находится в равновесном состоянии со своим мономером, при этом равновесие сдвигается в сторону исходных веществ при повышении температуры. Кроме того, при деструкции полистирола, в результате внутримолекулярного замещения, окисления и пр. с последующим распадом макрорадикалов, образуются низкомолекулярные вещества разнообразного состава — толуол, этилбензол, изопропилбензол, кумол. Поэтому при санитарно-химических исследованиях пенополистирола нормативные документы в обязательном порядке предписывают осуществлять его проверку на выделения стирола,  $\alpha$ -метилстирола, бензола, толуола, этилбензола, кумола, метанола и формальдегида (данные органические соединения относятся к I-му и II-му классу опасности).

Как было сказано выше, полистирол (ПС), из которого изготовлен пенополистирол, относится к равновесным полимерам, т.е. находится в

термодинамическом равновесии со своим высокотоксичным мономером - стиролом (С):



Стирол это высокотоксичное вещество (II-класс опасности), ПДКс.с. = 0,002 мг/м<sup>3</sup> (предельно допустимая среднесуточная концентрация). Столь низкое значение ПДК на стирол и соответственно возможное многократное превышение нормативного значения ПДК в помещении, теплоизоляция которого выполнена пенополистиролом, вызвано особыми свойствами стирола. Это вещество относится к ароматическим углеводородам, имеет в своей молекуле бензольное ядро, и, подобно аналогичным веществам (бензол, бензопирен), имеет повышенные коммулятивные свойства, т.е. накапливается в организме.

Определим опасность использования полистирола в жилищном строительстве. В соответствии с СНиП 41-01-2003 приведем соотношение ПДК стирола и его количества поступающего в помещение в процессе эксплуатации:

$$m_{po} = L_{w,z} \times q_{in}$$

$L_{w,z}$  - расход воздуха, удаляемого из обслуживаемого помещения системой вентиляции, м<sup>3</sup>/ч;

$m_{po}$  - расход вредного вещества, поступающего в воздух помещения, мг/ч;

$q_{in}$  - концентрация вредного вещества в воздухе помещения, мг/м<sup>3</sup>;

Если принять во внимание, что в соответствии с требованиями СП 54.13330.2011 воздухообмен принимается из расчета 30м<sup>3</sup>/ч×чел, то максимально возможное выделение стирола в объем жилой комнаты, с одним проживающим, составит 0,06мг/ч. При этом необходимо учесть, что при температуре 25<sup>0</sup>С в объеме пенополистирола в равновесном состоянии может находиться до 100мг/м<sup>3</sup> стирола. 1м<sup>3</sup> пенополистирола соответствует приблизительно 5 – 12м<sup>2</sup> (в зависимости от градусосутки отопительного периода, см. СНиП 23-02-2003) наружных ограждающих конструкций. Невозможно эмпирически определить количество стирола попадающего в жилую комнату в процессе эксплуатации, но очевидно, что при таком соотношении допустимого расхода вредного вещества и его количества в объеме объекта, подобное соседство представляется крайне нежелательным.

В данный момент в среде профессионалов ведется оживленная дискуссия о возможности продолжения использования полистирола в

качестве строительного материала. Проведено достаточное количество исследований, о воздействии на человека продуктов деполимеризации полистирола, и результаты нельзя назвать однозначными.

В связи с чем, рекомендую в качестве теплоизоляционных материалов использовать материалы на основе базальтового или стеклянного волокна, являющегося не токсичным и безопасным в том случае, если предприняты мероприятия по защите от пыли, возникающей в процессе эксплуатационной деструкции и монтажа данных материалов. Из полимерных теплоизоляционных материалов выбирать следует такие материалы, результатом деполимеризации которых не будут являться вещества 1-го и 2-го класса опасности, например вспененный полиэтилен, бутадиеновый каучук и прочее.