

**Коста Антон Андреевич**

канд. арх. наук, доцент

**Кобзев Дмитрий Олегович**

магистрант

ФГБОУ ВО «Липецкий государственный

технический университет»

г. Липецк, Липецкая область

## **ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ЖЕСТКИХ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВ**

***Аннотация:** в статье рассмотрены структура жестких пенополиуретанов, особенности ее формирования и влияние на основные физико-механические свойства материала.*

***Ключевые слова:** пенополиуретан, структурообразование, сэндвич-панели.*

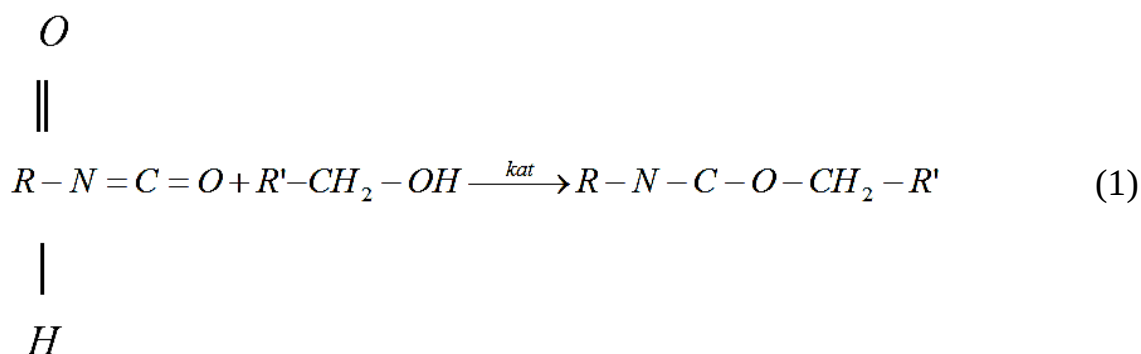
В настоящее время в России активно развивается малоэтажное строительство. В связи с этим большую популярность приобретает такой теплоизоляционный материал, как сэндвич-панели из жесткого пенополиуретана. Это материал имеет низкое значение коэффициента теплопроводности, большой диапазон средней плотности, сравнительно не высокую стоимость, и его удобно использовать в монтаже и при транспортировке. Кроме того, одним из преимуществ сэндвич-панелей перед конкурентами является способ его получения с помощью одностадийного процесса методом напыления или заливки, в ходе которого не требуются затраты энергии. Образовавшийся пенополиуретан (ППУ) моментально взаимодействует с облицовочными плитами за счёт хорошей адгезии.

ППУ является одним из лучших теплоизоляционных материалов на рынке за счёт своей структуры, которая позволяет сохранять исходную теплопроводность на протяжении длительного времени.

Для получения пенополиуретана необходимо взаимодействие изоцианатов с полиолами, при котором изоцианаты имеют более одной реакционной группы ( $-N=C=O$ ), а полиолы содержат от двух и более активных функциональных

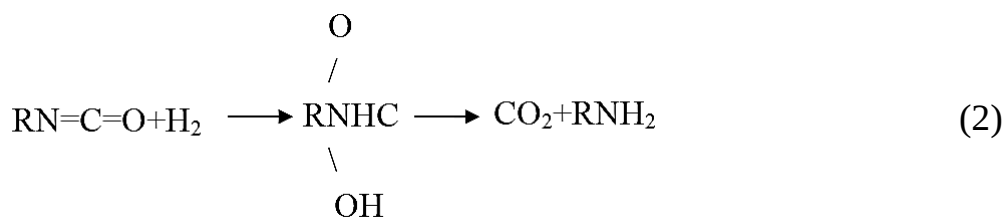
гидроксильных групп в молекуле. Такое взаимодействие называют реакцией полиприсоединения [1].

Как правило, подобные реакции проходят за счёт слияния атома водорода гидроксогруппы полиола с атомом азота полиизоционата по связи углерод-азот, являющейся двойной. Компоненты R могут содержать изоционатные группы, способные к реакции, а R' – множество гидроксильных групп, что напрямую зависит от исходных компонентов. Реакция образования пенополиуретана является экзотермической, она представлена на следующей схеме:



Ученые для упрощения называют полиольный компонент – компонентом А, а изоционатный – компонентом Б. Синтез компонента Б является более технологически сложным и дорогим, чем компонента А, несмотря на отсутствие биологических добавок в его составе.

В обычных условиях реакция взаимодействия компонента А с компонентом Б протекает длительное время. Для решения этой проблемы и ускорения процесса вспенивания используют катализаторы. Самым дешевым и доступным катализатором является обычная вода, поэтому многие фирмы используют именно его. Реакция вспенивания с использованием воды представлена на следующей схеме:



Кроме того, в состав ППУ не редко включают специальные добавки для улучшения структуры материала. Например, добавка микрокремнезема и доменного шлака в составе ППУ позволяет увеличить долговечность материала более чем в 1,5 раза.

В процессе реакции полимеризации образуются пузырьки газа. Поэтому, несмотря на различие систем полиуретана и коллоидных систем газ-жидкость, можно утверждать, что на реакцию полимеризации действуют законы коллоидной химии.

Таким образом, реакция протекает по нескольким этапам. Пузырёк, наполненный газом, сразу после образования имеет форму сферы. Новые пузырьки, оказывая друг на друга давление, проходят процесс диффундирования, то есть объединение в несколько больших, за счёт чего увеличивается объём пены и уменьшается слой жидкости. Следствием этого является изменение формы пузырьков из шаровидной в полиэдрическую (ограниченную несколькими плоскостями).

По правилам Плато наиболее вероятной формой газоструктурных элементов являются двенадцатигранные пентагональные додекаэдры (рис. 1). В каждом ребре этого многогранника сходятся три плоскости, угол между которыми равен 120 градусам. Каждое ребро имеет утолщения, называемые каналами Плато-Гиббса, а в поперечном сечении имеет форму треугольника.

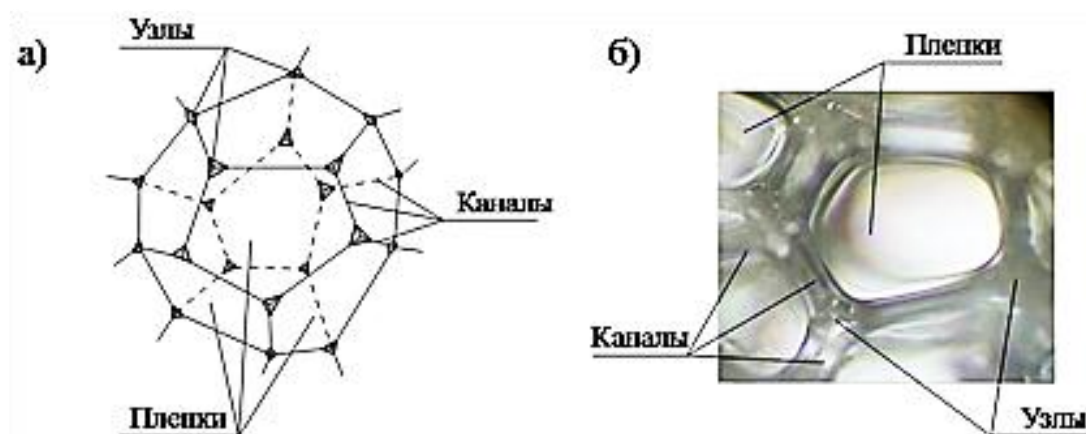


Рис. 1. Элементарная ячейка пенополиуретана.

а) схема; б) микрофотография (увеличение x300) [1]

Таким образом, структура пенополиуретана во многом определяет его высокие теплотехнические свойства, которые позволяют сэндвич-панелям быть одним из самых востребованных теплоизоляционных материалов.

### ***Список литературы***

1. Корнеева А.О. Жесткие пенополиуретаны с применением отходов металлургической промышленности / А.О. Корнеева, М.А. Гончарова. – Саратов: Амирит, 2018. – 134 с.
2. Денисов А.В. Жесткие пенополиуретаны теплоизоляционного назначения / А.В. Денисов // Строительные материалы. – 2005. – №6. – С. 21–22.
3. Гурьев В.В. Тепловая изоляция в промышленности. Теория и расчет / В.В. Гурьев, В.С. Жолудов, В.Г. Петров-Денисов. – М. : Стройиздат, 2003. – 416 с.
4. Мхитарян В.А. Потребление пенополиуретана и оборудование для его получения / В.А. Мхитарян // Строительные материалы. – 2005. – №6. – С. 23.
5. Кобзев Д.О. Оценка качества пенополиуретановых систем в России // Новое слово в науке: стратегии развития: Материалы II Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 22 окт. 2017 г.). В 2 т. Т. 1 / редкол.: О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017. – С. 177–179.
6. Проскурякова А.О. Сэндвич-панели с утеплителем из ненаполненного пенополиуретана для малоэтажного строительства / А.О. Проскурякова, А.Д. Корнеев, Г.А. Шаталов // Вестник Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. – 2013. – №32 (51). – С. 71–75.
7. Композиционные материалы на основе пенополиуретана с использованием кремнеземсодержащих наполнителей / А.О. Проскурякова, А.Д. Корнеев, Г.А. Шаталов // Вестник Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. – 2012. – №27. – С. 73–77.