

УДК 691.175

*Илларионов В.А.,  
студент химико-технологического института,  
Уральский государственный лесотехнический университет,  
Малозёмов О.Ю.,  
канд. пед. наук, доцент,  
Уральский государственный медицинский университет,  
Россия, Екатеринбург*

## **ПОЛИМЕРЫ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ**

*Аннотация. В статье приводятся сведения по технологии производства, физико-химическим свойствам, применению в автомобилестроении полимерных композиционных материалах. Акцентируется внимание на полипропилене и полиуретане.*

*Ключевые слова: полимерные композиционные материалы.*

*Illarionov V.A.,  
student of the Institute of Chemical Technology,  
Ural state forestry engineering university,  
Malozemov O.Yu.,  
kand. ped. sciences, associate professor,  
Ural state medical university,  
Russia, Yekaterinburg*

## **POLYMERS IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY**

*Annotation. The article provides information on production technology, physico-chemical properties, and the use of polymer composite materials in the automotive industry. Attention is focused on polypropylene and polyurethane.*

*Keywords: polymer composite materials.*

В последние годы функции полимерных материалов в промышленности изменились – они применяются для более ответственных деталей. Из них изготавливают всё больше мелких, но конструктивно сложных и ответственных деталей машин и механизмов. Одновременно с этим, полимеры чаще применяются для изготовления крупногабаритных существенно нагружаемых деталей. В целом полимерные композиционные материалы (ПКМ) являются одними из основных конструкционных материалов в автомобилях, а некоторые зарубежные фирмы уже объявили о начале производства цельнопластиковых автомобилей.

ПКМ, используемые в автомобилестроении, это в первую очередь продукция из углеродного волокна, важное преимущество которого – небольшая плотность и высокая прочность. Углепластик, например карбон, легче стали в 5 раз, алюминия – в 1,8 раза. Использование ПКМ в автомобиле снижает его массу на 15–30%, а снижение массы на 100 кг приводит к меньшему расходу топлива на 0,5 л на 100 км. Разумеется, высокотехнологичные конструкционные полимеры не экономичнее металлических сплавов и процесс формования деталей из полимеров длительнее, чем штамповка стального листа, однако им не требуется защита от коррозии [1, 10].

Углеродные волокна производят из синтетических и природных волокон на основе полимеров. В зависимости от режима обработки и исходного сырья получаемые материалы имеют разную структуру и разные свойства, в чём их основное преимущество. За счёт этого можно создавать материалы с заданными свойствами для конкретных целей [1]. Логично, что стеклопластики и углепластики активно используются в производстве

болидов «Формулы-1», поскольку, снижая массу автомобиля, выигрываем в его скорости, что важно для гоночных автомобилей.

В настоящее время в автомобилестроении используются следующие материалы (рис. 1).

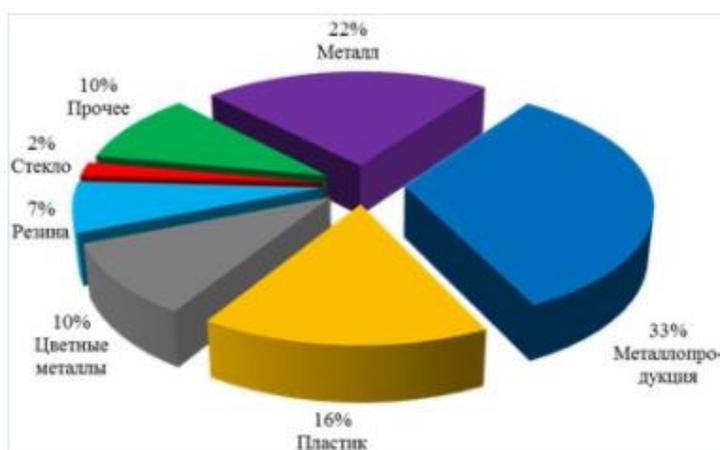


Рисунок 1. Материалы, используемые в автомобилестроении.

Из представленных данных понятно, что пластики сейчас занимают третье место в автомобилестроении. По сравнению с американскими производителями, у которых доля полимеров в общей массе среднего легкового автомобиля составляет 11–13%, в легковых автомобилях российского производства эта цифра всего 4–9%, т.е. отечественный автопром пока отстаёт от зарубежного по этому показателю (рис. 2).



Рисунок 2. Весовое содержание полимеров в различных моделях автомобилей.

Наиболее используемый пластик – полипропилен (32% из всех пластиков, используемых в производстве), на втором месте (17%) – полиуретан [2].

Полипропилен  $(C_3H_6)_n$  – это термопластичный полимер, используемый в самых разных областях. Являясь насыщенным аддитивным полимером, изготовленным из мономера пропилена, он прочен и очень устойчив ко многим химическим растворителям, основаниям и кислотам [2, 3]. Полиуретан – это высокомолекулярные соединения, содержащие в основной цепи макромолекулы уретановые группировки [4].

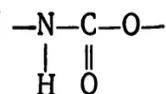


Рисунок 3. Строение полиуретана.

Полиуретан применяют для изготовления плёнок, манжет, уплотнений, прокладок, гидроманжет, грязезащитных чехлов, рукояток, подшипников скольжения и профилей. Чаще из полиуретана изготавливают сайлентблоки (резинометаллические шарниры), представляющие две металлические втулки, между которыми имеется резиновая вставка (запатентованы 29.08.2012) [9]. Сайлентблоки служат для соединения деталей подвески, и за счёт упругой вставки между втулками (резина или полиуретан) гасят колебания, передаваемые от одного узла к другому. На него приходятся самые большие нагрузки в подвеске автомобиля [6, 7]. Сайлентблоки выполняют важные функции: сцепление компонентов подвески, подавление вибраций, передающихся по цепной реакции между узлами.

Преимущества полиуретановых сайлентблоков в следующем:

- *Долговечность.* В сравнении с резиновыми, у полиуретановых сайлентблоков рудиментарные деформации существенно ниже, поэтому детали из эластичного полиуретана существенно долговечнее. За счёт повышенной масло-, бензо-, влаго- и износоустойчивости гарантирован про-

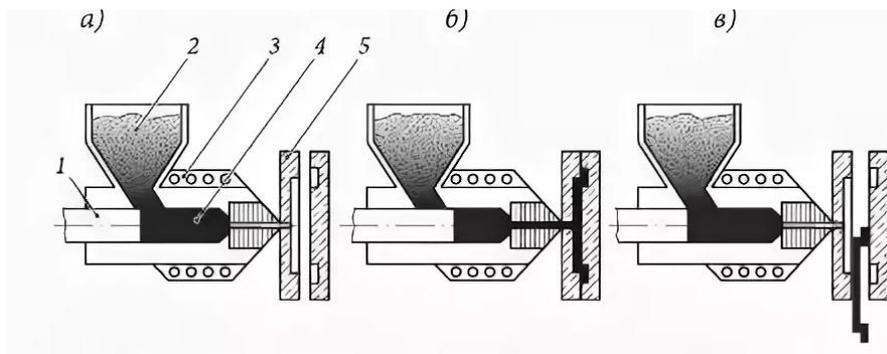
должительный период эксплуатации эластичных полиуретановых деталей даже в максимально сложных условиях климата, в непростых дорожных условиях. К тому же, рабочая эффективность такого рода сайлентблоков – в пять раз более высокая, нежели у резиновых [5].

- *Надёжность.* Полиуретановые детали по причине своей стойкости, упругости сохраняют рабочее состояние даже после продолжительных сильных нагрузок [5].

- *Прочность.* В сравнении с резиной, предельная величина прочности полиуретана значительно выше. Эластичные полиуретановые детали практически не подвержены уничтожению, намного эффективнее справляются с нагрузками. Сайлентблоки из полиуретана намертво сцепляются с металлическими элементами клеем, что исключает их отслодку, отрыв друг от друга во время максимальных нагрузок [6].

Литьевой полипропилен получают путём пластификации (в отсутствие воздуха) порошкообразного или гранулированного полипропилена и его перемещения (при высокой скорости и давлении) в литьевую формующую плоскость, в которой он твердеет за счёт сшивки или охлаждения. Под воздействием высокой температуры в цилиндре, гомогенизированный полипропилен в состоянии вязкой текучести впрыскивается в форму, имеющую температуру, достаточную для затвердевания расплава. При открывании формы полипропилен автоматически выбрасывается [8].

Полиуретаны можно получать реакциями поликонденсации и полиприсоединения. Наиболее практически используемая – реакция полиприсоединения, основанная на взаимодействии диизоцианатов с соединениями, содержащими не менее двух гидроксильных групп в молекуле. Например, это могут быть карбоцепные гликоли или простые и сложные олиго-эфиры с концевыми гидроксильными группами. Оборудование для подготовки и переработки сырья, получение детали и технологическая схема производства продуктов представлены на рис. 4, 5, 6, 7.



*a* – плавление и пластификация массы: 1 – поршень, 2 – загрузочный бункер, 3 – нагреватели, 4 – цилиндр, 5 – разъёмная форма, *б* - впрыскивание массы в форму и выдержка, *в* – размыкание формы.

Рисунок 4. Схема оборудования для переработки полипропилена (литьё под давлением).

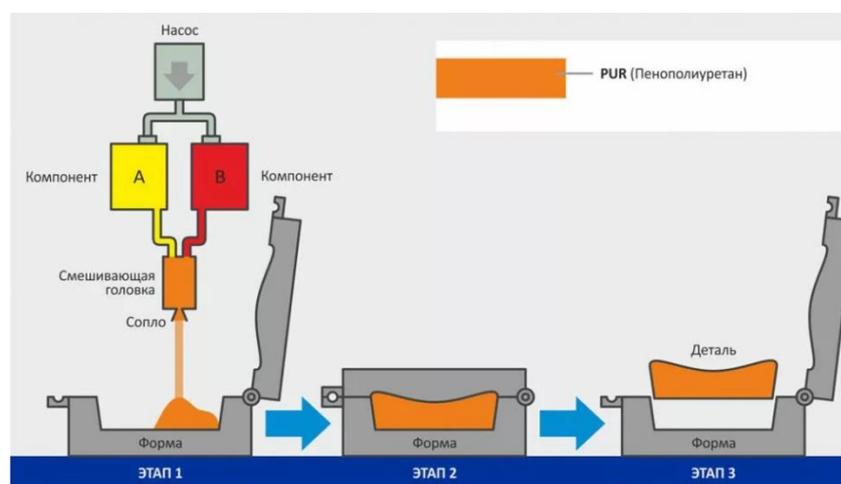


Рисунок 5. Схема получения детали из полиуретана.

Технологическая схема непрерывного процесса производства полипропилена: 1 – смеситель, 2 – полимеризатор, 3 – газоотделитель, 4 – аппарат для разложения, 5, 7 – центрифуги, 6 – аппарат для промывки, 8 - сушилка.

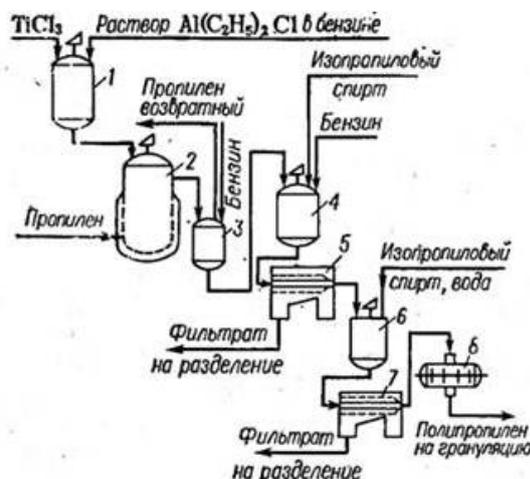


Рисунок 6. Технологическая схема получения полипропилена.

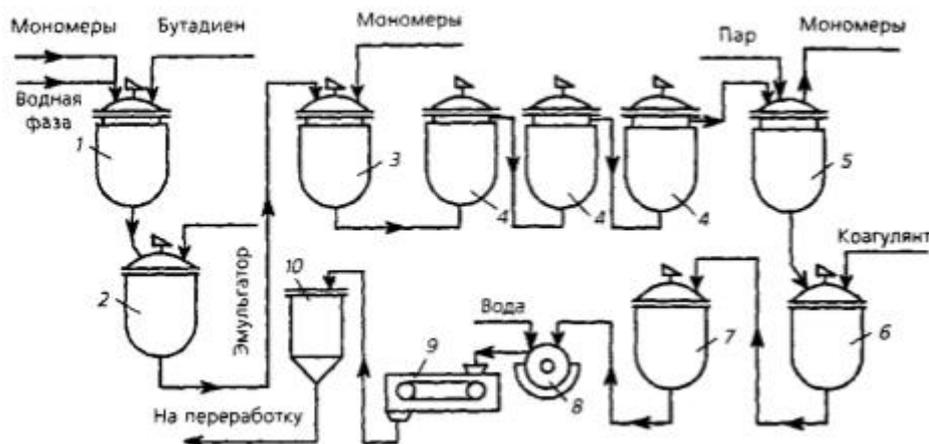


Схема производства АБС-сополимеров методом привитой сополимеризации в эмульсии: 1- реактор для получения латекса каучука, 2 – сборник-хранилище латекса, 3 – смеситель, 4 – реакторы, 5 – аппарат для отгонки мономеров, 6 – аппарат для коагуляции латекса, 7 – сборник суспензии, 8 – барабанный вакуум-фильтр непрерывного действия, 9 – ленточная сушилка, 10 – бункер.

Рисунок 7. Технологическая схема получения полиуретана.

По эксплуатационным свойствам полипропилен: 1) имеет минимальную коррозию, позволяющую продлить срок службы автомобиля, 2) позволяет продвигать творчество и инновации за счёт свободы дизайна, 3) способствует гибкости в интеграции компонентов, безопасности, комфорту и экономии, 4) пригоден для вторичной переработки.

Полиуретан (в машиностроении и автомобилестроении) ценится за счёт механической прочности, отличной масло- и бензоустойчивости, а также долговечности.

В сравнении со своим аналогом – резиной, полиуретан в случае появления мощной деформации способен намного дольше сохранять свою эластичность, упругость. В автомобилестроении у полипропилена аналогом являются металлы, по сравнению с которыми он имеет: 1) исключительную долговечность, 2) высокие показатели прочности, 3) устойчивость к различным агрессивным средам, 4) широкий рабочий температурный диапазон, 5) малый вес, 6) хорошие электроизоляционные свойства.

Кроме автомобилестроения, полипропилен *используется* в медицине, электронике и электротехнике, волоконном производстве. Полиуретан применяется практически во всех сферах промышленности, для изготовления самых разнообразных уплотнений, эластичных форм для изготовления декоративных камней, защитных покрытий, лакокрасочных изделий, высокопрочных клеев (растворы полиуретана в органических растворителях), герметиков, деталей маломощных машин (валов, роликов, пружин и т. п.), изоляторов, имплантатов и прочих изделий. Из полиуретана, благодаря его чрезвычайно высокой износостойкости, изготавливаются подошвы обуви, спортивные шины, втулки и прокладки для фиксации абразивных камней в промышленности (причём более прочные и долговечные, чем металлические). Из полиуретана изготавливают отбойники для автомобильных амортизаторов [11].

Вышеизложенное, позволяет сделать вывод о том, что в автомобилестроении полимеры (сейчас в основном используются полипропилен и полиуретан) в скором будущем будут ещё более востребованы.

#### *Библиографический список*

1. Тимошков П.Н., Хрульков А.В., Язвенко Л.Н. Композиционные материалы в автомобильной промышленности / Труды ВИАМ. 2017. URL: [http://viam-works.ru/ru/articles?art\\_id=1117](http://viam-works.ru/ru/articles?art_id=1117)

2. Высокомолекулярные пластики, используемые в автомобильной промышленности. URL: <https://koros.biz/info/articles/polimery/13-vysokoproizvoditelnykh-plastikov-ispolzuemykh-v-avtomobilnoy-promyshlennosti/>

3. Полипропилен. URL : <https://mplast.by/encyklopedia/polipropilen/>

4. Полиуретан. URL: [https://www.timol.com.ua/used/mashinostroenie\\_i\\_avtomobilstroeniye](https://www.timol.com.ua/used/mashinostroenie_i_avtomobilstroeniye)

5. Полипропилен в автомобилестроении. URL :  
<http://www.camelotplast.ru/info/pererabotka-polypropilena>
6. Полиуретановые сайлентблоки, их изготовление. URL:  
<https://sport-weekend.com/poliuretanovye-saylentbloki-ih-izgotovlenie.htm>
7. Сайлентблоки. URL: <https://www.drive2.ru/b/2186596/>
8. Обработка полимерных материалов. URL:  
[https://www.onila.ru/?page\\_id=1471](https://www.onila.ru/?page_id=1471)
9. Патент SU 223 445 A1 Сайлентблоки из полиуретана
10. Machin Design. URL:  
<https://www.machinedesign.com/community/contributing-technical-experts/article/21831905/will-carbon-fiber-find-widespread-use-in-the-automotive-industry>
11. Полипропилен основные области применения. URL:  
<https://plastinfo.ru/information/articles/52/>