

## Полимерные материалы для изготовления полых однослойных деталей автомобиля

С. А. Леонов

**POLYMER MATERIALS FOR VEHICLE MONOLAYER CONTAINER PRODUCTION:** *The paper reviews plastics application trend and efficiency for vehicle design after the example of engine system parts and line of research into the plastics to obtain monolayer containers of low petrochemical products permeation. Practical example of PA and PE based composites application is shown.*

**Keywords:** *extrusion blow molding, monolayer containers, fuel permeation, vehicles, plastics.*

### ВВЕДЕНИЕ

Совершенствование техники и технологии в большинстве отраслей промышленности требует широкого применения синтетических материалов. Пластические массы занимают большое место в этой группе материалов, и их использование позволяет решать многие технические проблемы, особенно в автомобилестроении.

По оценке российских специалистов в среднем легковой автомобиль содержит 100 ... 120 кг пластмасс, что составляет 8 ... 10 % его «сухой» массы [2].

Следует отметить также, что среди применяемых в автомобиле полимерных материалов, происходит увеличение доли рециклируемых материалов. Например, по данным ф. «Toyota» за 2012 год, в модели Auris Hybrid внедрено 17,3 кг рециклируемых пластиков, включая детали шумоизоляции, что по сравнению с моделью Prius представляет увеличение на 200%.

Рассмотрим также некоторые данные ассоциации European Plastics Converters о потребности автомобильной промышленности Европы в пластмассах. Как показано в таблице 1, в странах Европы (страны Евросоюза, Норвегия и Швейцария), в 2006 – 2011 годах для нужд автомобильной промышленности перерабатывалось от 3,2 до 4,2 млн. тонн пластмасс.

Таблица 1. Переработка пластмасс в Европе

	2006 год	2007 год	2008 год	2009 год	2010 год	2011 год
Переработка пластмасс за год, млн. тонн	49,5	52,5	48,5	45,0	46,4	47,0
Доля автопрома, %	8,0	8,0	7,0	7,0	7,5	8,3
Доля автопрома, млн. тонн	4,0	4,2	3,4	3,2	3,5	3,9

Основываясь на спросе переработчиков.

Как видно из приведенных выше данных, современное производство автомобилей без широкого применения пластмасс уже невозможно представить.

### ПРЕИМУЩЕСТВА ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Увеличение доли пластмасс в конструкции автомобиля вызвано преимуществами достигаемыми при их применении.

Снижение веса деталей и узлов является одним из наиболее важных аспектов эффективности внедрения пластмасс в конструкцию автомобиля, поскольку повышает его показатели энергоэффективности (расход топлива) и экологичности (количество выбросов вредных веществ). В связи с постоянным ужесточением на законодательном уровне норм токсичности транспортных средств, соответствию

автомобиля этим нормам в последнее время уделяется особенно большое внимание.

Снижение веса автомобиля на 100 кг уменьшает расход топлива на 0,3...0,5 литра на 100 км. Вместе с ним, в зависимости от ездового цикла и габаритов, сокращается эмиссия CO<sub>2</sub> на 7,5...12,5 г/км [5].

Хотя наибольшее применение пластмассы нашли в производстве деталей интерьера и экстерьера автомобиля, однако, они широко применяются и в системах двигателя. Рассмотрим подробнее эффективность применения пластмассовых деталей на примере деталей системы питания.

По данным ф. Kautex, Германия, в настоящее время в Европе 95% , в США 85%, в Азии 40% автомобильных бензобаков изготавливаются из пластмасс.

Столь широкое применение пластмассовых бензобаков вызвано рядом их свойств: меньший вес, низкие затраты на производство, стойкость к коррозии, возможность рециклинга и использования биотоплива, низкая топливонепроницаемость, свобода при проектировании (пластмассовому бензобаку можно придать практически любую форму), безопасность при столкновении автомобиля, снижение шума.

Применение в конструкции авт. LADA Kalina многослойного пластмассового бензобака вместо металлического дало снижение веса на 23% , с 7,5 кг до 5,8 кг. Однослойные бензобак и пластмассовая наливная труба из композиции полиэтилена низкого давления (ПЭНД) Ливолен, применявшиеся одно время наряду с металлическими бензобаком и наливной трубой в авт. ВАЗ-2108 имели вес на 2,1 кг и 0,4 кг меньше, что составляет 28% и 37% соответственно.

Рассматривая эффективность применения пластмасс в автомобиле, следует отметить, что кроме выбросов CO<sub>2</sub> законодательством постоянно регулируются в сторону ужесточения и нормы эмиссии летучих углеводородов. Испарение углеводородов из автомобиля происходит, в том числе и из-за того, что пары топлива способны проникать сквозь стенки пластмассовых деталей. Например, через стенки таких пластмассовых емкостей, являющихся деталями систем двигателя, как бензобак, наливная труба, сепаратор паров бензина.

Для обеспечения соответствия экологическим нормам ЕВРО-4, эмиссия углеводородов не должна превышать 2 граммов за испытание методом SHED на автомобиль. Однако, правильный выбор полимерного материала, технологии переработки его в изделия позволяют обеспечить соответствие автомобиля жестким нормам эмиссии углеводородов.

### **ТРЕБОВАНИЯ К ИЗДЕЛИЯМ И МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ**

Для производства полых изделий (например, бензобак, наливная труба бензобака, сепаратор паров бензина) наибольшее распространение получил метод экструзии с раздувом.

Данный способ характеризуется высокой производительностью, экономической эффективностью и вполне приемлем для получения полых изделий из гомополимеров, например, полиолефинов, поливинилхлорида, полистирола и др. Однако, гомополимеры, а также смеси полимеров, в которых присутствует термодинамическая совместимость компонентов (полная взаимная растворимость), не всегда обладают необходимым комплексом свойств, позволяющим детали изготовленной из них, соответствовать заданным требованиям.

Основными требованиями к деталям систем питания и улавливания паров бензина автомобиля являются высокая прочность и низкая бензопроницаемость (т.е. способность препятствовать проникновению паров топлива сквозь стенки деталей). Например, полиэтилен (ПЭ) широко применяемый для изготовления деталей экструзионно-выдувным способом выгодно отличается от других термопластов сочетанием высокой прочности с достаточной эластичностью и способностью «работать» в очень широком интервале температур (от – 120 до 100 °С). Но в то же

время полиэтилен обладает высокой степенью проницаемости по отношению к парам бензина, что ограничивает возможности его применения для изготовления деталей систем питания и улавливания паров бензина.

Алифатические полиамиды (ПА), в частности, полиамид 6 (ПА6), обладают низкой бензопроницаемостью, но ввиду сравнительно низкой вязкости и прочности расплава практически не пригодны для переработки методом экструзии с раздувом [3].

В таблице 2 приведены коэффициенты проницаемости для гомополимеров: высокомолекулярного полиэтилена высокой плотности (ПЭВП) и ПА6.

Таблица 2. Коэффициенты проницаемости

Полимерный материал	Хим. вещество	Коэффициент проницаемости
Высокомолекулярный ПЭВП	Бензин	80 г · мм/м <sup>2</sup> · сутки (40 °С)
Высокомолекулярный ПЭВП	Метанол	2 г · мм/м <sup>2</sup> · сутки (40 °С)
ПА6	Бензин	0,1 г · мм/м <sup>2</sup> · сутки (40 °С)
ПА6	Метанол	118 г · мм/м <sup>2</sup> · сутки (40 °С)

Для получения изделий с требуемым комплексом свойств прочности и бензопроницаемости широкое применение нашло многослойное экструзионно-выдувное формование. Этот метод позволяет сочетать свойства различных полимерных материалов составляющих многослойную структуру таких изделий.

Для получения многослойных выдувных изделий экструзионно-выдувные агрегаты (ЭВА) оснащаются дополнительными экструдерами и специальными экструзионными головками. Наибольшее распространение для производства автомобильных деталей получили ЭВА позволяющие изготавливать пяти- и шестислойные изделия. Стоимость ЭВА для выдувания шестислойного изделия выше стоимости ЭВА для аналогичного однослойного изделия в 1,65 ... 2,50 раза. Применение более дорогого и энергоемкого оборудования, дорогостоящих материалов для барьерного (ПА, этиленвиниловый спирт) и адгезионных слоев (модифицированный ПЭ) в свою очередь приводит к значительному увеличению затрат на производство многослойных изделий по сравнению с однослойными [4].

Альтернативой многослойному выдуванию для производства деталей систем питания и улавливания паров бензина автомобиля может стать использование экструзии с раздувом однослойной заготовки из композиций полимеров не обладающих термодинамической совместимостью (полной взаимной растворимостью).

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

На базе ПА6, при его совмещении с функционализированными полимерами и сополимерами олефинов, могут быть получены композиционные материалы, пригодные для переработки методом экструзии с раздувом. Материалы характеризуются низкой бензопроницаемостью, а также комплексом высоких показателей механических свойств. (Такие композиционные материалы разработаны и производятся в России и Белоруссии - композиции Армамид и Этамид.) Показатель текучести расплава 0,1-1,0 г/10 мин при T=250 °С и P=21,6Н и прочность расплава 8-16 кПа Этамида вполне обеспечивают возможность его переработки методом экструзии с раздувом (для чистого ПА6 показатель текучести

расплава  $\approx 7,6$  г/10 мин, прочность расплава  $\approx 1,3$  кПа ). Указанные композиции обладают также комплексом высоких показателей механических свойств [3].

Например, согласно технических условий на материал, Армамид ПА6-6ЭК обладает следующими показателями механических свойств: прочность при растяжении не менее 48 МПа; относительное удлинение при разрыве не менее 40%; ударная вязкость по Шарпи образца с надрезом, не менее  $16$  кДж/м<sup>2</sup> (при испытаниях на образцах, изготовленных методом литья под давлением).

Специалистами АВТОВАЗа получена следующая сравнительная оценка бензопроницаемости полиэтилена, Этамида и Армамида исследованных при комнатной температуре на пластинах толщиной 2 мм: ПЭНД 276-73 –  $13,6$  г/м<sup>2</sup> · сут.; Этамид –  $0$  г/м<sup>2</sup> · сут.; Армамид ПА6-5ЭК (аналог Этамида) –  $0$  г/м<sup>2</sup> · сут.

Указанная сравнительная оценка выполнена по методике, основанной на определении массы бензина, прошедшей через данный образец пластмассы в специальной ячейке за конкретное время. Образцы материала в виде пластин насыщаются в бензине АИ-95 и герметично устанавливаются в ячейку, которая заполняется на 50% бензином. Убыль веса контролируется через определенные промежутки времени при комнатной температуре [1].

В таблице 4 приведены данные о бензопроницаемости готовых изделий из Армамида, произведенных методом экструзионно-раздувного формования.

Таблица 3. Бензопроницаемость готовых изделий из Армамида

Изделие	Материал	Ед. изм.	Бензопроницаемость изделий при комн. температуре	Методика
Сепаратор паров бензина авт. ВАЗ-2170 LADA PRIORA	Этамид ЭА-ЭУ	Грамм/сутки	Не более 0,04	Методика ОАО «АВТОВАЗ»
Сепаратор паров бензина авт. ВАЗ-2170 LADA PRIORA	Армамид ПА6-6ЭК	Грамм/сутки	Не более 0,01	Методика ОАО «АВТОВАЗ»
Сепаратор паров бензина авт. ВАЗ-2114 LADA SAMARA	Армамид ПА6-6ЭК	Грамм/сутки	Не более 0,04	Методика ОАО «АВТОВАЗ»
Сепаратор паров бензина авт. ВАЗ-21214 LADA 4x4	Армамид ПА6-6ЭК	Грамм/сутки	Не более 0,03	Методика ОАО «АВТОВАЗ»

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сепараторы паров бензина полученные из композиционных материалов на основе смеси алифатических полиамидов 6 с функционализированными полимерами и сополимерами олефинов соответствуют требованиям по прочности, эмиссии летучих углеводородов и успешно прошли SHED тест в составе автомобилей.

Освоено серийное производство сепараторов паров бензина для автомобилей LADA SAMARA, LADA 4x4, LADA PRIORA из композиционных материалов Этамид и Армамид.

**ЛИТЕРАТУРА**

[1] Зиганшина Э.Х., Леонов С.А., Герасимова Н.В., Песецкий С.С. и др. Разработка бензонепроницаемых материалов для сепаратора паров бензина а/м ВАЗ-2110: Материалы II международной научно-практической конф. «Материалы в автомобилестроении». Часть вторая (неметаллические материалы). Тольятти, 2004. С. 46-48.

[2] Лунин А.С., Кулаков И.В., Герасимова Н.В., Кулаков В.А. Пластмассы для кузовных деталей автомобилей. Автомобильная промышленность, 2006, №1.

[3] Песецкий С.С., Леонов С.А. Выдувные и экструзионные полиамидные материалы для изделий легковых автомобилей: Международная научно-техническая конференция «Полимерные композиты и трибология». Тезисы докладов. Гомель, 2011. С. 172.

[4] Daubenbüchel, W.: Coextrudierte Kunststoff-Kraftstoffbehälter. Kunststoff 82 (1992) 3, S. 201-206.

[5] Matthias Krust. Die Natur macht es vor. Automobilwoche, 2008, №21. S.19

**Автор:** С.А. Леонов, ОАО «АВТОВАЗ», Россия, тел: +7 8482 73 92 88, e-mail: leha-tlt@mail.ru

**Докладът е рецензиран**