

**КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ****Р.В. Яковлев**

yakovlevroman1994@gmail.com

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

**Аннотация**

*Разработан технологический процесс получения облицовочных изделий из композиционного материала. В ходе полевых испытаний установлено, что предложенный материал в качестве среднегабаритного облицовочного материала имеет достаточный уровень ударостойкости и пластичности*

**Ключевые слова**

*Композиционные материалы, технологический процесс, облицовочные изделия из композита*

Поступила в редакцию 27.03.2017

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017

В 1950-е годы в мировой химической промышленности произошел технологический прорыв. Так, крупнейшая нефтяная американская компания Standard Oil Company (Indiana) в 1952 г. начала развивать производство полимерных химических веществ, в 1968 г. перешла к выпуску полимерных тканей и волокон, основав новую компанию Amoco Corporation. Практически в то же время, 1968 г., малоизвестный предприниматель и энтузиаст Матти Хольцберг вел работу в том же направлении. В 1969 г. он случайно наткнулся на публикацию о полиамидимидной смоле Torlon (торлон), созданной в Amoco Chemicals. Оказалось, что торлон почти вдвое легче титана, но главное — он выдерживает беспрецедентно высокие для пластиков температуры и обладает высокой твердостью. Вскоре Матти Хольцберг рискнул предложить свои наработки гонщикам-любителям [1].

В 1979 г. Хольцберг начал сотрудничать с компанией Ford. Совсем скоро был создан двигатель для субкомпактного легкового автомобиля Ford Pinto, объем которого составил 2,3 л, масса — 188 кг, мощность — 88 л. с. при 5500 об/мин. Уже через четыре месяца получен двигатель того же объема, массой — 69 кг, мощностью — 318 л. с. при 9200 об/мин из 14000 об/мин. Открылись огромные перспективы применения композитных материалов в автомобилестроении [2–4].

Однако композитные материалы такие, как торлон, слишком дороги для массового производства. В то время, когда Хольцберг трудился над своим первым торлоновым мотором, известный американский инженер и конструктор Джон Захария Делореан запустил производство первого пластикового автомобиля — легендарный DMC-12. Его кузов состоял всего из трех композитных деталей, склеенных между собой. И все же для конца 1970-х годов производство такого корпуса оказалось затратным. В настоящее время появилась возможность производить кузовные детали из композитных материалов и делать их доступными за счет невысокой стоимости и простоты технологического процесса [5–8].

Рассмотрим общую структуру технологического процесса создания легких облицовочных конструкций из композиционного материала. В ходе работы будем использовать следующие основные материалы:

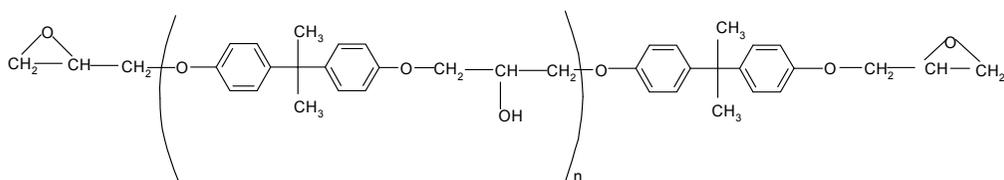
- стеклоровинговую ткань;
  - пленку (полиэтиленовую пленку, так как состав связующего вещества нейтрален к термопластам);
  - эпоксидную смолу ЭД-20 и отвердитель ЭТАЛ-45М.
- А также вспомогательные материалы (оснастку):
- бараньи ножницы или нож для раскроя армирующего материала;
  - кисть/валик/шпатель;
  - электрическую печь или паяльную лампу;
  - стол;
  - прижимы (желательно);
  - прижимную форму (желательно).

Технологический процесс состоит из нескольких этапов:

1) раскрой;

2) дополнительная обработка наполнителя. Например, используемый в данном технологическом процессе стеклоровинг при выпуске обрабатываем парафином, чтобы защитить материал от влаги, поскольку наполнитель является гигроскопичным. Дополнительной оснасткой может служить паяльная лампа или электрическая печь;

3) подготовка связующего вещества. В данном технологическом процессе используем эпоксидную смолу ЭД-20 и отвердитель ЭТАЛ-45М. ЭД-20 имеет две эпоксидные группы, степень полимеризации  $n = 1$  (по другим данным количество эпоксидных групп — от двух до четырех, а степень полимеризации  $n = 1, \dots, 4$ ). Выглядит это следующим образом:



Отвердитель ЭТАЛ-45М не токсичен и не вызывает раздражения и прочих неприятных симптомов при попадании на кожу. Смолы с данным наполнителем можно отверждать при повышенной влажности и при температуре до  $-7^\circ\text{C}$ . Температура экзотермической реакции ЭД-20 и ЭТАЛ-45М равна  $60^\circ\text{C}$ , что позволяет сделать вывод о том, что возможна заливка большими объемами. Соотношение ЭД-20 и ЭТАЛ-45М в данном технологическом процессе составляет 1:1;

- 4) пропитка слоев и выкладка в форму;
- 5) выдержка (см. рисунок);
- 6) обработка резанием (в случае необходимости).



Капот автомобиля УАЗ-469, обработанный композиционным материалом на основе эпоксидной смолы ЭД-20 и стеклоровинга (на переднем плане)

Проведенные испытания доказали, что даже при минимальной оснастке можно создавать относительно легкие, достаточно прочные, надежные и экономически выгодные изделия путем подбора композиции из огромного разнообразия смол, пластмасс и наполнителей. В данной работе представлена композиция на основе эпоксидной смолы и стеклоровинга, выступающего в качестве армирующего материала. Результаты, полученные в ходе полевых испытаний, подтвердили достаточный уровень ударостойкости и пластичности предложенного материала для эксплуатации в категории среднеразмерных облицовочных материалов.

## Литература

1. *Композиционные материалы, области применения* // Нафтарос: веб-сайт компании. URL: <http://www.naftaros.ru/articles/42> (дата обращения: 15.03.2017)
2. *А вместо сердца пластмассовый мотор: пластиковый двигатель* // Популярная механика: веб-сайт. URL: <http://www.popmech.ru/vehicles/9825-a-vmesto-serdtsa-plastmassovyy-motor-plastikovyy-dvigatel/#full> (дата обращения: 18.03.2017)
3. *История композиционных материалов* // geektimes: веб-сайт. URL: <https://geektimes.ru/post/240596/> (дата обращения: 15.03.2017)
4. *Галиновский А.Л., Муляр С.Г., Хафизов М.В. Применение гибридной диагностики для оценки эксплуатационных свойств композиционной керамики* // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2012. № 9. С. 65–69.
5. *Способ изготовления оболочной детали. Патент РФ 2228233.* / А.А. Барзов, Э.Ю. Пшеничников, В.Д. Баскаков, Р.Ф. Газизуллин, А.Л. Галиновский, Ю.Д. Савельев. Заявл. 20.09.2002, опубл. 10.05.2004.

6. *Смолы и пластмассы*. Каталог. М.: Инфопроект, 1991. 567 с.

7. *Амосо* // Wikipedia: free encyclopedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Амосо> (дата обращения: 04.02.2017)

8. *Пластиковый двигатель. С чего все начиналось* // Retro car: веб-сайт. URL: <http://www.retrocar.by/plastikovyi-dvigatel-s-chego-vse-nachinalos> (дата обращения: 26.03.2017)

**Яковлев Роман Владимирович** — студент кафедры «Технологии ракетно-космического машиностроения», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

**Научный руководитель** — А.А. Барзов, д-р техн. наук, профессор, ведущий научный сотрудник Центра гидрофизических исследований МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация.

## COMPOSITE MATERIALS IN CIVIL ENGINEERING

R.V. Yakovlev

yakovlevroman1994@gmail.com

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

---

### Abstract

*We developed a manufacturing process for creating siding out of a composite material. Field testing determined that the material suggested has adequate shock resistance and plasticity when used as medium-sized siding*

### Keywords

*Composite materials, manufacturing process, composite siding*

© Bauman Moscow State Technical University, 2017

---

### References

- [1] Kompozitsionnye materialy, oblasti primeneniya [Composites, field of application]. Naftaros: company website. URL: <http://www.naftaros.ru/articles/42> (accessed 15.03.2017) (in Russ.)
- [2] A vmesto serdtsa plastmassovyy motor: plastikovyy dvigatel' [And flaming engine instead of heart: plastics engine]. Populyarnaya mekhanika: website. URL: <http://www.popmech.ru/vehicles/9825-a-vmesto-serdtsa-plastmassovyy-motor-plastikovyy-dvigatel/#full> (accessed 18.03.2017) (in Russ.).
- [3] Istoriya kompozitsionnykh materialov [History of composites]. geektimes: website. URL: <https://geektimes.ru/post/240596/> (accessed 15.03.2017) (in Russ.).
- [4] Galinovskiy A.L., Mulyar S.G., Khafizov M.V. Application of hybrid diagnostics to assess performance properties of structural ceramics. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mashinostroenie [Proceedings of Higher Educational Institutions. Machine Building], 2012, no. 9, pp. 65–69 (in Russ.).
- [5] Barzov A.A., Pshenichnikov E.Yu., Baskakov V.D., Gazizullin R.F., Galinovskiy A.L., Savel'yev Yu.D. Sposob izgotovleniya obolochnoy detali [Shell detail production technique]. Patent RF 2228233. Appl. 20.09.2002, publ. 10.05.2004 (in Russ.).
- [6] Smoly i plastmassy. Katalog [Resins and plastics. Catalog]. Moscow, Infoprom Publ., 1991. 567 p. (in Russ.).
- [7] Amoco. Wikipedia: free encyclopedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Amoco> (accessed 04.02.2017).
- [8] Plastikovyy dvigatel'. S chego vse nachinalos' [Plastics engine. The very beginning]. Retro car: website. URL: <http://www.retrocar.by/plastikovyi-dvigatel-s-chego-vse-nachinalos> (accessed 26.03.2017) (in Russ.).

**Yakovlev R.V.** — student of Aerospace Engineering Technologies Department, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

**Scientific advisor** — A.A. Barzov, Dr. Sc. (Eng.), Professor, Leading Research Scientist, Center of Hydrophysical Research, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation.