

## **ПРОЦЕСС ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ**

Исследуется процесс внедрения инновационного продукта на предприятиях промышленности строительных материалов региона. Рассматриваются особенности создания и производства полимерных строительных материалов. Определяется приоритетное значение процесса создания инновационных материалов в развитии архитектурно-строительного комплекса республики.

**Ключевые слова:** инновационные полимерные продукты в строительстве, полимерные строительные материалы, полиэфирные смолы, экономическая эффективность производства полимербетона.

В условиях растущего строительного рынка республики остро ощущается недостаток современных строительных материалов отечественного производства. Промышленность строительных материалов на ближайшие годы планирует решение ряда задач:

- 1) разработки и внедрения инновационной, конкурентоспособной продукции предприятиями отрасли;
- 2) развития производства импортозамещающей продукции;
- 3) снижения производственных издержек и рост масштабов производства новейшей продукции.

Для решения поставленных задач Республика Мордовия как регион-лидер инновационного развития ПФО успешно формирует инновационный кластер строительного комплекса республики.

Важным центром генерации высоких технологий в сфере строительных материалов является Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева [1, с. 48–55]. На архитектурно-строительном факультете университета проводятся многочисленные исследования в области создания новых строительных материалов, в том числе возможности применения в качестве связующего полимербетонов винилэфирной смолы марки РП-14С [2]. Учеными вуза проделана значительная исследовательская работа, изучено структурообразование винилэфирной смолы, ее химическая и биологическая стойкость, физико-механические свойства [5–7]. Новейшие разработки вузовской науки находят внедрение на предприятиях формируемого инновационного кластера строительного комплекса Республики Мордовия.

На базе ОАО «Ремстрой» разрабатываются и внедряются винилэфирные смолы марки РП-14С. ОАО «Ремстрой» – крупное строительное предприятие, стратегической задачей которого является выпуск инновационной конкурентоспособной продукции, увеличение объемов производства, повышение производительности труда на предприятии. Здесь успешно используется опыт реализации инновационного проекта на строительном предприятии [3, с. 39–43].

---

\* © Шанкин С.А., Волгина Е.В., Кудимова А.В., 2013

*Шанкин Сергей Алексеевич* (LEXA-93\_93@mail.ru), кафедра экономики и управления в строительстве; *Волгина Елена Викторовна* (LEXA-93\_93@mail.ru), *Кудимова Алена Владимировна* (LEXA-93\_93@mail.ru), кафедра строительных материалов и технологий архитектурно-строительного факультета Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева, 430000, Российская Федерация, г. Саранск, ул. Советская, 24.

ОАО «Ремстрой» является членом Мордовской республиканской организации профсоюза работников строительства и промышленности строительных материалов. Акционерное общество участвовало в международной строительной выставке «World of Concrete Asia Conexpo u Asia – 2006» в Пекине.

Ассоциация «Global Resources Management» наградила ОАО «Ремстрой» как инновационно работающее предприятие дипломом и наградой «Золотой слиток», которая вручена в г. Цюрихе (Швейцария). Огркомитет Международного форума «Мировой опыт и экономика России» наградили ОАО «Ремстрой» памятной медалью «За заслуги в укреплении конкурентоспособности России».

Винилэфирные смолы – это терморезактивные смолы, объединяющие в себе необходимые физические свойства эпоксидных систем. Предприятие планирует использовать новые материалы для покрытия полов, отделочных работ, герметизации, гидро- и теплоизоляции, при производстве труб и необходимого санитарно-технического оборудования.

В экспериментах по изучению свойств винилэфирных смол использовались следующие методы исследования: механические, химические, биологические, математические, а также метод инфракрасной Фурье-спектроскопии [4].

При проведении исследований в качестве связующего полимербетонов использовалась винилэфирная смола марки РП-14С. Для данного материала в качестве отверждающего компонента применяется система, состоящая из октата кобальта – ОК-1, пероксида циклогексанона – ПЦОН-2, 10 %-ного раствора диметиланилина в стироле – ДМА.

Для определения структуры, характеристик винилэфирная смола РП-14С проведен ряд экспериментов. Их задача – выявление оптимального количественного содержания иницилирующей системы.

Стоимость полимербетонов в основном определяется стоимостью полимерного связующего. В качестве связующего сегодня благодаря совершенствованию его состава используются недорогие фенолформальдегиды, карбамиды и другие смолы, однако их стоимость остается более высокой, чем у минерального вяжущего. В полимербетонах количество связующего составляет не более 10 %, необходимо оценивать их стоимость по отпускной цене создаваемых конструкций. На основании данных, полученных в ходе исследования структурообразования, физико-механических свойств, химической и биологической стойкости, проведена оценка содержания компонентов полиэфирных смол.

Таблица 1

Свойства отвержденных полиэфирных смол

Свойство отвержденной смолы	ПН-1	ПН-1КТ	ПН-19	РП-14С	ПН-101П	ПН-104 – КТВА
Разрушающее напряжение при сжатии, Мпа	140	140	110	130	130	140
Разрушающее напряжение при растяжении, Мпа	65	65	80	90	90	80
Относительное удлинение при растяжении, %	5,0	5,0	2,0	2,1	2,4	3,0
Ударная вязкость, кДж/мІ	10	10	3,0	2,5	5,0	2,0
Теплостойкость по Мартенсону, Сє	55	55	90	95	90	50
Поглощение воды, %	0,08	0,08	0,04	0,1	0,1	0,2

Для анализа экономической эффективности применения композитных материалов проведем комплексную оценку различных свойств полиэфирных смол.

Данные таблицы 1 свидетельствуют, что винилэфирная смола имеет высокие значения таких характеристик, как разрушающее напряжение при сжатии, растяжении и т. д. Следовательно, следует оценить экономическую эффективность данной смолы.

Рассмотрим процентное содержание компонентов 17 полиэфирных смол (табл. 2).

Таблица 2

## Процентное содержание смолы и иницирующей системы (%)

Марки полиэфирных смол	Смола	ПЦОН-2	ПМЭК	Паста перекиси бензоила	ОК-1	УНК	ДМА
РП-14С	100	0,5–2,5	–	–	1,0–5,0	–	1,0
ПН-ТГ-1Б	100	1,2–2,0	–	–	–	–	–
ПН-ТГ-2Б	100	–	0,5–1,5	–	–	–	–
ПН-54КТА	100	–	1,0–2,0	–	–	–	–
ПН-1	100	–	1,0–2,0	–	–	–	–
ПН-101П	100	–	–	50,0	–	–	–
ПН-104	100	–	1,0–2,0	–	–	1,0–3,0	–
ПН-104-КТ-ВА	100	–	1,0–2,0	–	–	–	–
ПН-12	100	–	1,2–1,8	–	2,5–3,5	–	–
ПН-19	100	1,5–3,0	–	–	–	1,0–3,0	–
ПН-1КТ	100	–	1,0–2,0	–	–	–	–
ПН-1КТ-А	100	–	1,0–2,0	–	–	–	–
ПН-1КТ-М	100	–	1,0–2,0	–	–	–	–
ПН-1КТ-НР	100	–	1,0–2,0	–	–	–	–
ПН-609-21-М	100	–	1,0–2,0	–	–	1,0–1,5	–
ПН-70	100	1,5–3,0	–	–	–	1,0–1,3	–
ПНМ-2	100	–	1,0–2,0	–	–	–	–

Таблица 2 дает полное представление об иницирующих системах, соответствующих отдельному виду полиэфирной смолы. Например, марка ПН-19 имеет следующую иницирующую систему: ускоритель нафтенат кобальта (УНК-2) и отвердитель пероксид циклогексана (ПЦОН-2), ПН-101П – паста перекиси бензоила, ПН-104 – отвердитель пероксид метилэтилкетон (ПМЭК) и ускоритель нафтенат кобальта (УНК-2) и др.

Данные таблицы 3 отражаеюрок: ПН-1, ПН-12, ПН-104, ПН-609-21-М, ПН-1КТ, ПН-1КТ-М, ПН-1КТ-А, ПН-1КТ-НР, ПН-54КТА, ПН-ТГ-1Б, ПН-ТГ-2Б, ПН-19, ПН-70, РП-14С, ПН-101П и ПН-104-КТ-ВА.

Наиболее оптимальным ценовым диапазоном соответствуют изделия: ПН-12, ПН-104, ПН-609-21-М, ПН-ТГ-2Б, РП-14С и ПН-101П. Из 6 изделий в данном ценовом диапазоне приемлемую стоимость имеет полиэфирных смола марки РП-14С и ее иницирующая система, следовательно, данное изделие требует дальнейшего исследования.

Определим экономическую эффективность применения полиэфирных смол, обладающих высокими и сопоставимыми по уровню прочностными характери-

ками (на основе винилэфирной смолы марки РП-14С, ПН-101П и ПН-19) по формуле

$$\mathcal{A} = (C1 - C2) \cdot A,$$

где  $C1$  – себестоимость 1 кг смолы, руб;

$C2$  – себестоимость 1 кг предлагаемой винилэфирной смолы РП-14С, руб.;

$A$  – годовой объем потребляемой продукции, кг.

Таблица 3

Расход материалов и стоимость покрытия толщиной 10 мм в ценах 01.06.2010 г.

Наименование материала	Стоимость готового изделия 1 кг, без НДС	Область применения
<i>Смолы общего назначения</i> 1. ПН-1 2. ПН-2  3. ПН-104 4. ПН-609-21-М	72,64 руб. 77,93 руб.  90,1 руб. 209,54 руб.	Производство полимербетона Производство полимербетона, промышленных полов Производство полимербетона, стеклопластика Производство композиционных материалов
<i>Смолы специального назначения</i> 1. ПН-1КТ 2. ПН-1КТ-М 3. ПН-1КТ-А  4. ПН-1КТ-НР 5. ПН-54КТА	83,09 руб. 86,84 руб. 86,84 руб.  86,84 руб. 97,74 руб.	Производство стеклопластиковых изделий Производство стеклопластиковых изделий Производство стекломатериалов по РТМ-технологии Производство стекломатериалов по РТМ-технологии Производство стеклопластиковых изделий по РТМ-технологии
<i>Смолы повышенной огнестойкости</i> 1. ПН-ТГ-1Б 2. ПН-ТГ-2Б	117,67 руб. 112,56 руб.	Производство огнестойких стеклопластиковых изделий Производство огнестойких смол по РТМ-технологии
<i>Винилэфирные смолы</i> 1. РП-14С	166,39 руб.	Производство стеклопластиковых химстойких, антикоррозионных изделий
<i>Пултрузионные смолы</i> 1. ПН-101П	317,65 руб.	Производство стеклопластиковых химстойких, антикоррозионных изделий методом пултрузии
<i>Смолы для производства акриловых ванн</i> 1. ПН-104-КТ-ВА	103,24 руб.	Производство для акрилового покрытия ванн

Расход материалов на один кг смолы, согласно технологии, следующий: для винилэфирной смолы РП-14С – ПЦОН-2 – 0,015 кг; ОК-1 – 0,03 кг; ДИА – 0,01 кг; для полиэфирной смолы ПН-19 – ускоритель нафтенат кобальта – 0,92 кг, отвердитель ПЦОН-2 – 0,0225 кг; для полиэфирной смолы ПН-19 = 99,63 руб.; себестоимость смолы ПН-101П = 317,65 руб.

При сравнении данных полиэфирных смол необходимо отметить, что винилэфирная смола РП-14С имеет более низкую себестоимость, чем смола марки ПН-101П, но несколько выше, чем полиэфирная смола ПН-19. В то же время ПН-19 уступает винилэфирной смоле в прочностных характеристиках.

В процессе проведенного исследования установлено, что увеличение содержания отвердителя приводит к росту прочности на изгиб, содержание ускорителя имеет оптимальное значение, равное 3,5 м.ч. Максимальное значение предела прочности на сжатие достигает 80 МПа.

Предел прочности на сжатие имеет экстремальное значение равное 124 МПа при содержании инициатора от 1 до 1,5 м.ч. смолы, а ускорителя от 3 до 4 м.ч. смолы. Повышение или снижение содержания компонентов иницирующей системы приводит к снижению значения данного показателя. Значение прочности на изгиб изменяется в пределах от 85 до 125 МПа. Максимальное значение прочности на изгиб (125 МПа) достигается при содержании инициатора от 0,75 до 1,2 м.ч. смолы, а ускорителя от 1,3 до 2,5 м.ч. смолы.

Предел прочности на сжатие изменяется в пределах от 90 до 110 МПа. Наибольшее значение предела прочности на сжатие достигается при содержании инициатора в количестве 1,2–2,5 м.ч. смолы, а ускорителя – от 1 до 3 м.ч., а также от 4 до 5 м.ч. смолы.

В настоящее время для решения поставленной Правительством РФ задачи перед отраслью промышленности строительных материалов встала проблема создания биологически стойких композиционных материалов. Для ее решения проведены исследования стойкости композиций на основе винилэфирной смолы РП-14С при воздействии биологических агрессивных сред в соответствии с ГОСТ 9.049–91. Исследование проводилось несколькими методами. Сущность методов заключается в выдерживании материалов, зараженных спорами плесневых грибов, в оптимальных для их развития условиях с последующей оценкой грибоустойкости и фунгицидности образцов в баллах.

Результаты свидетельствуют о том, что композиты на полимерных связующих (в качестве которых рассматривались полиэфирные и винилэфирной смолы) являются грибоустойкими материалами, но при наличии внешних загрязнений подвержены биокоррозии и нуждаются в защите от биодеградации.

Химическая стойкость (ГОСТ 12020–72) материалов определялась в воде, водных растворах едкого натра и соляной кислоты. Агрессивные среды и их концентрации определялись условиями применения изделий в помещениях с агрессивными средами.

Контрольными параметрами являются изменение массы, пределы прочности при изгибе и сжатии, модуля упругости, а также цвет и внешний вид покрытий.

На основе данных, полученных в ходе исследований структурообразования, физико-механических свойств, химической и биологической стойкости, проведена оценка содержания компонентов полиэфирных смол.

Винилэфирная смола имеет высокие значения таких показателей, как разрушающее напряжение при сжатии, при растяжении и др. Следовательно, экономическая эффективность применения данной смолы предполагает ее целевое применение. Аналогичные прочностные характеристики имеют полиэфирные смолы ПН-19 и ПН-101П. Рассматривая данные полиэфирные смолы, необходимо отметить, что винилэфирная смола марки РП-14С имеет более низкую себестоимость, чем полиэфирная смола ПН-101П, но незначительно выше, чем полиэфирная смола марки ПН-19. Однако смола марки ПН-19 уступает винилэфирной в прочностных характеристиках. Винилэфирная смола марки РП-14С имеет допустимые показатели прочностных характеристик, недорогие компоненты иницирующей системы, высокую биологическую и химическую стойкость. Следовательно, ее применение может найти широкое применение на отечественном рынке современных строительных материалов.

### **Библиографический список**

1. Щанкин С.А. Процесс становления высоких технологий в архитектурно-строительном комплексе Республики Мордовия // Экономика строительства. 2013. № 4. С. 48–55.
2. Полимеррастворная смесь / В.Т. Ерофеев, В.А. Яшков, В.И. Соломатов [и др.]. № 4842593/33; Заявл. 25.06.90; Опубл.30.04.92 // Открытия. Изобретения. 1992. № 16. С. 115.
3. Щанкин С.А. Особенности реализации инновационного проекта на строительном предприятии // Регионология. 2013. № 2. С. 39–43.
4. Полимербетонная смесь / В.И. Соломатов, В.П. Селяев, В.Т. Ерофеев [и др.]. № 3762418/29–33; Заявл. 16.10.84; Опубл. 23.03.86 // Открытия. Изобретения. 1986. № 11. С. 125.
5. Оптимизация содержания компонентов винилэфирных композитов / В. Т. Ерофеев, Е. В. Волгина, С. В. Казначеев [и др.] // Региональная архитектура и строительство. 2012. № 1. С. 22–31.
6. Полимерминеральный раствор для пропитки каркаса из минерального заполнителя: пат. 2429266 Рос. Федерация : МПК<sup>7</sup> C09D167/06, C04B26/04 / В. Т. Ерофеев, Е. В. Волгина, А. В. Кудимова [и др.]. № 2010103175/05; заявл. 01.02.2010; опубл. 20.09.2011, бюл. № 26.
7. Полимербетонная смесь : пат. 2417178 Рос. Федерация : МПК<sup>7</sup> C04B26/18, C04B24/00, C04B14/06/ В. Т. Ерофеев, Е. В. Волгина, А. В. Кудимова [и др.]. № 2010103176/03, заявл. 01.02.2010; опубл. 27.04.2011, бюл. № 12.

*S.A. Shchankin, E.V. Volgina, A.V. Kudimova\**

### **PROCESS OF INTRODUCTION OF INNOVATIVE MATERIALS IN THE CONSTRUCTION COMPLEX OF THE REPUBLIC OF MORDOVIA**

Process of introduction of an innovative product at the enterprises of industry of construction materials of the region is investigated. Features of creation and production of polymeric construction materials are considered. Priority value of the process of creation of innovative materials in the development of an architectural and construction complex of the republic is defined.

**Key words:** innovative polymeric products in construction; polymeric construction materials; polyester resin, economic efficiency of production of organic concrete.

---

\* *Shchankin Sergey Alexeevich* (LEXA–93\_93@mail.ru), the Dept. of Economics and Management in Construction; *Volgina Elena Viktorovna* (LEXA–93\_93@mail.ru), *Kudimova Alena Vladimirovna* (LEXA–93\_93@mail.ru), the Dept. of Construction Materials and Technologies, Mordovian State University, Saransk, 430000, Russian Federation.