

ных пластиков. – М.: Химия, 1975. – 264 с.

6.Салия Г.Ш., Шагин А.Л. Бетонные конструкции с неметаллическим армированием. – М.: Стройиздат, 1980. – С.144.

7.Пустовойтов О.В. Стеклопластбетонные трубчатые сваи // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.38. – К.: Техніка, 2002. – С.57-60.

8.Пустовойтов О.В. Трубчатые конструкции, армированные стеклопластиком // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.33. – К.: Техніка, 2001. – С.71-74.

9.Шутенко Л.Н., Золотов С.М., Гарбуз А.О., Зудов О.В. Использование акриловых клеев для реконструкции и ремонта зданий и сооружений // Будівельні конструкції: Зб. наук. праць. Вип.54. – К.: НДБК, 2001. – С.810-814.

10. Пустовойтова О.М. Усадочные деформации образцов акрилового полимерраствора // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.21. – К.: Техніка, 1999. – С. 43-46.

11.Золотов М.С., Псурцева Н.А. Обеспечение прочности соединения бетона акриловыми клеями при ремонте и реконструкции зданий и сооружений // Реконструкция и капитальный ремонт зданий и сооружений / УМК ВО. – К.: Вузполиграфиздат, 1999. – С.38-47.

12.Псурцева Н.А., Золотова Н.М., Пустовойтова О.М. Обеспечение монолитности сооружений коммунального хозяйства // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.43. – К.: Техніка, 2002. – С.148-152.

Получено 21.12.2005

УДК 658.567.1

И.В.КОРИНЬКО, д-р техн. наук, Н.П.ГОРОХ,
А.Н.КОВАЛЕНКО, канд. техн. наук, В.В.ТИМОШЕНКО, Ю.В.ЯРОШЕНКО
Государственное коммунальное предприятие «Харьковкоммуночиствод»

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Обосновывается целесообразность применения полимерных композиционных материалов в металлоконструкциях. Рассматриваются перспективы использования вторичных полимерных композиционных материалов.

Полимерные композиционные материалы (ПКМ) обладают высокими функциональными возможностями и обеспечивают снижение массы изделий одновременно с повышением надежности, увеличением ресурса работы и возможностью эксплуатации в экстремальных условиях.

Применение полимерных композиционных материалов (ПКМ) и, в первую очередь, углепластиков по сравнению с традиционными сплавами обеспечивает уменьшение массы металлической конструкции на 20-40%, увеличение их ресурса в 1,5-3 раза, снижение трудо- и энергоемкости изготовления деталей до 50%, повышение прочностных качеств конструкции в 1,5-2 раза, сокращение трудозатрат при подготовке производства до 40%. Дополнительно с учетом разницы плотностей и уменьшением потерь от коррозии использование в конструкции

1 т углепластиков обеспечивает экономию до 5 т алюминиевых сплавов и до 12 т сталей.

В настоящее время имеются технико-экономические предпосылки для широкого применения ПКМ в отраслях машиностроения. Установлено, что замена традиционных металлических материалов на композиционные обеспечивает снижение материалоемкости деталей машин до 2,5 раз при увеличении их рабочего ресурса до 3 раз, уменьшает трудоемкость изготовления до 10 раз, при сокращении времени на организацию производства новой детали до 2,5 раз. Надежность деталей из ПКМ в 1,5 раза выше, чем из традиционных материалов. Например, говоря об эксплуатационных качествах, разрушающее напряжение типичного ПКМ, предназначенного для кузова автомобиля, составляет 850-1050 МПа, а модуль упругости при изгибе 7-105 ГПа. В панелях кузова большого размера толщиной 2,54 мм этот материал обеспечит жесткость, сравнимую с жесткостью стального листа толщиной 0,9 мм.

Эффективность применения композиционных материалов на одну условную единицу металлоконструкции

Показатель	Условная единица металлоконструкции
Экономия металлов, т	0,5
Экономия топлива за ресурс, т	5
Экономическая эффективность за ресурс, тыс. грн. (ориентировочно)	10-15

Проблемы переработки смешанных полимерных отходов апробированы в технологиях опытно-экспериментального производства ООО «Харьковвторполимер» по переработке полимерных отходов [1] с изготовлением профильной крупногабаритной продукции в виде унифицированных крышек люков канализационных колодцев [2] и совместной научно-практической работы ГКП «Харьковкоммуночиствод» и кафедры технологии пластмасс НТУ «Харьковский политехнический институт» по разработке технологии изготовления крышек люков и решеток дождеприемников ливневой канализации из полимерных отходов и композиций на их основе.

Главной сложностью в процессе переработки смешанных полимерных материалов и композиций на их основе является наличие в них двух и более полимерных фаз, которые в большинстве случаев представляют собой термодинамически несовместимые смеси.

Опыт работы со смешанными композициями тары и упаковки из полимеров показывает перспективность создания на их основе наполненных полимерных композиций, для чего разрабатывается специаль-

ное технологическое оборудование и оснастка [2-4].

Под термином «полимерные композиционные материалы» (ПКМ) понимают гетерофазные системы, полученные из двух или более компонентов сополимеров.

При создании полимерных композиций главная задача – улучшение комплекса физико-механических свойств, основным показателем которых является сопротивление композитных материалов разрушению, т.е. прочность.

Создание ПКМ в настоящее время становится главным в энерго-сберегающих технологиях переработки смешанных многокомпонентных полимерных материалов в составе муниципальных отходов и рассматривается как основной резерв получения новых полимерных композиций с улучшенными свойствами [5].

Широкие возможности для изменения свойств ПКМ дает комбинация различных компонентов в полимерных смесях с модифицирующими добавками, улучшающие их физико-механические свойства.

Под технологичностью конструкций из ПКМ понимается совокупность свойств конструкции, определяющих ее приспособленность к достижению минимальных затрат (при заданных требованиях к качеству и определении объема выпуска) не только в производстве, но и при эксплуатации и ремонте изделия. Как известно, в целом для металлических конструкций и конструкций из композиционных материалов требуется одинаковый объем проектных работ и после того, как определены основные методы и процессы для некоторого класса элементов конструкции, объем необходимых специальных проработок сравнительно мал. Кроме того, по мере накопления опыта уменьшаются потребности и в объеме проведения испытаний слабонагруженных элементов конструкции из ПКМ.

При правильном проектировании использование ПКМ в слабонагруженных конструкциях обеспечивает значительное снижение массы и трудоемкости изготовления, которое в какой-то степени компенсирует высокую стоимость материалов. Выбор типа волокна для данного класса конструкций из ПКМ часто затруднителен, так как применение стеклопластика обычно ведет к снижению стоимости изделия, но при этом уменьшается и процент снижения массы по сравнению с углепластиковыми. В процессе исследования элементов конструкции установлено, что различие в стоимости, в основном, невелико из-за более высоких механических характеристик углепластика по сравнению со стеклопластиком. Решающим фактором в выборе материала обычно является масса, так как большое снижение массы по сравнению со стеклопластиком оказывается достаточным для компенсации небольшого

увеличения расходов. Часто бывает трудно сделать выбор между углем и стеклопластиком по показателям массы и стоимости, однако преимущества использования одного типа материала, а также меньшая трудоемкость операций сверления и резки и лучшие электрические характеристики углепластика определяют его выбор. Особенно выгодно применять углепластик в виде сополимеризованных панелей с соевым наполнителем.

В качестве армирующего наполнителя эффективно применение углеткани, особенно с точки зрения обеспечения живучести панелей с тонкой обшивкой. При проектировании конструкций из ПКМ необходимо обеспечивать требования поточно-групповых методов производства механизированного изготовления и контроля, снижение трудоемкости и цикла изготовления. При этом следует учитывать, что критерий минимальной массы конструкции имеет такое же значение, как и критерий минимальной стоимости. В тех случаях, когда для двух сравниваемых вариантов конструкции в первом варианте по сравнению со вторым имеет место небольшое снижение массы, а во втором, по сравнению с первым, существенное снижение стоимости, предпочтение должно быть отдано второму варианту. Поэтому одним из показателей технологичности или совершенства конструктивно-технологических решений является низкий уровень технологической себестоимости операций в серийном производстве или удельной технологической себестоимости, равной отношению технологической себестоимости к массе конструкции.

На величину разброса ресурса конструкций из ПКМ существенное влияние оказывают следующие факторы: степень унификации конструктивно-технологических решений для всего изделия; степень специализации производства, уровень и объемы использования средств объективного контроля качества изготовления; стабильность применяемых материалов, степень использования прогрессивных технологических процессов. При этом необходимо учитывать, что механизация и автоматизация процессов обеспечивает не только снижение стоимости продукции, но и повышение стабильности свойств, надежности и ресурса изделия.

При проектировании рекомендуется предусматривать неразрушающий контроль физико-механических характеристик, например, модуля упругости образцов-свидетелей выходного контроля и элементов конструкций, что позволяет снизить трудоемкость испытания образцов в несколько раз [2]. Сравнительные характеристики ПКМ образцов вторичного полиэтилена низкого давления (ВПЭНД) и высоко-го давления (ВПЭВД) приведены в таблице.

При проектировании конструкций их ПКМ необходимо обеспечить их эксплуатационную технологичность, в том числе эксплуатационную контролепригодность. Во многих случаях количество повреждений и ремонтов можно значительно снизить, если во время проектирования вопросу технологического обслуживания будет уделено необходимое внимание. Имеются в виду, прежде всего, физико-химические свойства вторичных полимерных композиционных материалов.

Одним из основных преимуществ технологичности изготовления крупногабаритной продукции из ПКМ на примере крышек и корпусов люков, решеток систем водоотведения, днищ кузовов и дверных модулей автомобилей, строительных отделочных конструкционных материалов и других конструкционных армированных полимерных материалов является то, что она может интегрироваться в существующие производственные системы перерабатывающих предприятий и обеспечивает возможность изготовления интегральных деталей за один цикл.

Выбор конкретного метода зависит от геометрической формы деталей и от предъявляемых к ним требований (рисунок).

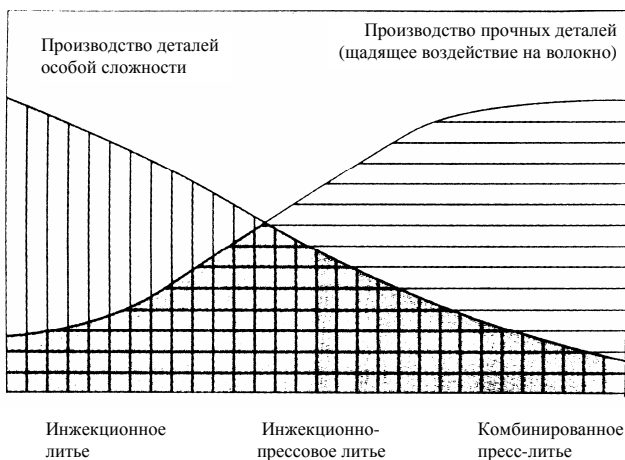


Диаграмма выбора технологического процесса формования крупногабаритной продукции из ВПКМ

Проблема переработки вторичных полимерных материалов с каждым годом становится острее в связи с увеличением производства полимерных материалов. Наибольшую долю составляют бытовые отходы, количество которых непрерывно растет, и переработка представляет наибольшие трудности вследствие отсутствия эффективных

способов сортировки и разделения [7]. Поиск новых способов переработки и возвращения в технологические циклы отходов термопластичных материалов, в частности, самых крупнотоннажных: полиэтилена, поливинилхлорида, полистирола, полипропилена и их механических смесей различного состава, является актуальной задачей.

Одним из перспективных направлений, возникших в последнее время и позволяющих использовать полимерные отходы, является создание композиционных материалов на основе матрицы наполнителей с модифицирующими добавками и термопластичных полимеров.

В мировой практике существуют разработанные композиции, представляющие собой растворы отходов полимеров в мономерах, используемые для ремонта и усиления поврежденных железобетонных конструкций, а также в качестве связующего для полимербетона.

Композиции готовят полурастворением в метилметакрилате (ММА) или стироле отходов производства или потребления полистирола (вспененного, порошкообразного, измельченного), полиметилметакрилата (стружка, обломки), сополимера АБС (порошок, обломки).

Растворы полимеров в мономерах легко полимеризуются при положительных температурах инициаторами радикальной полимеризации. Максимальное содержание полистирола и полиметилметакрилата в растворах 40-60%, АБС – 7-15%. Вязкости растворов легко регулируются введением мономера или минерального порошкообразного наполнителя.

Указанные композиции по прочностным показателям, адгезии к бетону и химической стойкости практически не отличаются от эпоксидных мастик, используемых для ремонта бетона, однако дешевле их в 4-5 раз, более доступны и технологичны.

Эффективным направлением переработки смешанных отходов потребления пластмасс является создание композиционных материалов из выделенных групп термопластов в составе муниципальных отходов.

ГКП «Харьковкоммуночиствод» совместно с кафедрой технологии пластмасс НТУ «Харьковский политехнический институт» исследуются композиционные материалы с расширением качества композиций на их основе и развития технологий переработки вторичных полимерных материалов с модифицирующими добавками с целью повышения прочности при сжатии, стойкости к удару, химической стойкости, улучшения переработки, размерной стабильности изделий из ПКМ, др.

Наилучшие результаты достигаются при сочетании добавок с различным функциональным назначением.

Более эффективно протеканию процессов химического взаимодействия способствует и то, что используется частично окисленное в условиях эксплуатации вторичное сырье, имеющее кислородсодержащие группировки. При этом в 1,5-2 раза возрастает разрушающее напряжение при растяжении, относительное удлинение при разрыве, ударная вязкость.

В перспективе рассмотренный технологический процесс позволяет изготавливать крупногабаритные профильные детали из наполненных стекловолокном термопластов, армированных закладными металлическими деталями. При этом усиливаются наиболее нагруженные элементы панелей, упрощается процесс сборки и создаются оптимизированные интегральные конструкции.

Для снижения уровня шума и улучшения теплоизоляционных свойств в настоящее время проходят экспериментальную обработку слоистые конструкции (комбинация обшивок из армированных стекловолокном термопластов с пенопластом).

При разработке методических вопросов определение эффективности применения вторичного полимерного сырья и изделий на их основе нужно рассматривать как систему отраслей, связанных между собой взаимными поставками элементов основных и оборотных фондов, передачу которых из одного звена в другое следует оценивать по единой методологии, например, по приведенным затратам. С этой целью весь процесс производства и применения полимерного вторичного сырья можно условно разделить на четыре стадии:

- производство исходного сырья и полупродуктов;
- производство полимерных гранул;
- производство и использование изделий из полимерных гранул в промышленных изделиях, оборудовании и другой продукции;
- применение продукции из полимерного вторичного сырья в отраслях-потребителях, в том числе в коммунальном хозяйстве.

Во всех случаях расчетам технико-экономической эффективности производства и применения вторичного полимерного сырья должен предшествовать технико-экономический анализ, который служит средством для решения важных производственных задач, а именно: определение целесообразных направлений развития отрасли по производству гранулята вторичных полимеров; экономическое обоснование технических мероприятий и определение очередности их внедрения; выбор наиболее экономического варианта при разработке выпускаемых изделий из полимерного сырья; оценка возможностей улучшения технико-экономических показателей изделий, полученных с применением сырья из вторичных полимеров; определение технического уров-

ня вторичного полимерного гранулята в соответствии технологического регламента и ТУ выпускаемого вторичного сырья.

1. Полимерные отходы в коммунальном хозяйстве города / Под общ. ред. В.Н.Бабаева, И.В.Коринько, Л.Н.Шутенко. – Харьков: ХНАГХ, 2004. – 375 с.

2. Горох Н.П. Рациональная система управления и экологически безопасные технологии переработки полимерных отходов: Диссертационная работа на правах рукописи. – Харьков: УкрНИИЭП, 2006.

3. Симонов-Емельянов И.Д., Кулезнев В.Н. Принципы создания композиционных материалов. – М.: МИХМ и МИТХТ, 1985. – 64 с.

4. Промышленные композиционные полимерные материалы: Пер. с англ. / Под ред. М.Ричардсона. – М.: Химия, 1980. – 282 с.

5. Использование отходов производства и потребления полимерных материалов в народном хозяйстве // Тезисы докладов Межотраслевого совещания. – М.: ЦНИИТЭИМС, 1988.

6. Гриценко А.В., Горох Н.П., Внукова Н.В., Коринько И.В., Шубов Л.Я. Технологические основы промышленной переработки отходов мегаполиса. – Харьков: ХНАДУ, 2005.

7. Державна програма поводження з твердими побутовими відходами в Україні (Затверджена Постановою Кабінету Міністрів України від 04.03.2004 р. №263).

Получено 05.12.2005

УДК 658

Т.Е.ЕРМЕКОВ, д-р техн. наук, Г.Ж.БАЙСАЛОВА, канд. хим. наук,
Б.Р.ИДРИСОВ

*Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, г.Астана
(Республика Казахстан)*

ПЕРЕРАБОТКА БЫТОВЫХ ОТХОДОВ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Анализируются результаты экспериментальных исследований по переработке бытовых отходов с целью экструзирования и получения новых строительных, авто-, железнодорожных материалов и изделий.

В настоящее время в г.Астане весь объем образующихся твердых бытовых отходов (ТБО) вывозится и захороняется на городских свалках без сортировки и переработки.

По данным Областного управления охраны окружающей среды, на 1 января 2004 г. на свалках захоронено 4,4 тыс. т ТБО, а в 2005 г. планировалось вывезти около 900 тыс. т.

Такое количество мусора способствует созданию антисанитарной, экологически опасной обстановки в городе. Поэтому возникла необходимость проектирования и строительства мусороперерабатывающего завода с возможностью сортировки, переработки и утилизации отходов.