

Утилизация бытовых и производственных техногенных отходов пенополистирола

Обзор разновидностей новых технологий переработки отходов пенополистирола, разработанных в Физико-технологическом институте металлов и сплавов (ФТИМС) НАН Украины, включает два направления: растворение и термокомпактирование. Утилизация этих отходов состоит в применении их в виде связующих для литейных форм, композитных изделий с зернистыми неорганическими компонентами или лакокрасочной продукции. Живичный скипидар служит как растворителем, так и пластификатором полученного материала. Быстрое растворение гранулированных отходов позволяет готовить краски по месту применения.

Ключевые слова: пенополистирол, утилизация отходов, литейное производство, скипидар, композиционные материалы, термокомпактирование

Использование материалов, отходы которых пригодны для утилизации (от латинского utilis – полезный), становится неотъемлемой частью производственного процесса с целью максимального использования полезных свойств материала. Поиск рациональных путей утилизации отходов полимеров приобретает во всем мире все более серьезное экологическое значение. По этой проблеме во многих странах издаются специализированные журналы, проводятся международные конференции, публикуется информация в периодических изданиях экологической тематики и т. п., поскольку она является одной из актуальных мировых проблем промышленности и физико-химии полимеров.

Особое положение среди полимеров занимает пенополистирол (ППС). Твердая пена полистирола обладает уникальными свойствами, сочетающими легкость, изоляционные свойства, гибкость и прекрасную возможность обработки. Эти свойства используют для производства теплоизоляции в строительстве (70 %), в потребительской и пищевой упаковке (25 %), применяют в литейном производстве главным образом для литья по газифицируемым моделям (ЛГМ), которые замещаются в литейной

форме жидким металлом при получении литой металлопродукции повышенной точности. Примеры таких моделей с габаритными размерами 0,4-1,0 м показаны на рис. 1. Фактически материал ППС можно встретить во многих сферах современной жизни.

Трудности утилизации отходов ППС определяются свойствами как самого материала, так и полимера полистирола, из которого этот материал состоит. Прежде всего, ППС характеризуется очень низкой плотностью (0,015-0,035 г/см³), которая примерно в 50 раз ниже плотности полимера полистирола (1,050-1,065 г/см³), что при малой массе дает очень большой объем и создает множество неудобств при его утилизации. Кроме того, полистирол по своим свойствам не взаимодействует с водой и не подвержен биологическому разложению. Его нельзя сжигать подобно углю, дровам и т. п., так как при термодеструкции полистирола выделяются токсичные газы. Все эти обстоятельства приводят к тому, что в окружающей человека среде прогрессивно накапливаются огромные по объему отходы ППС.

В промышленности полистирол получают полимеризацией стирола при повышенной температуре блочным, эмульсионным или суспензионным

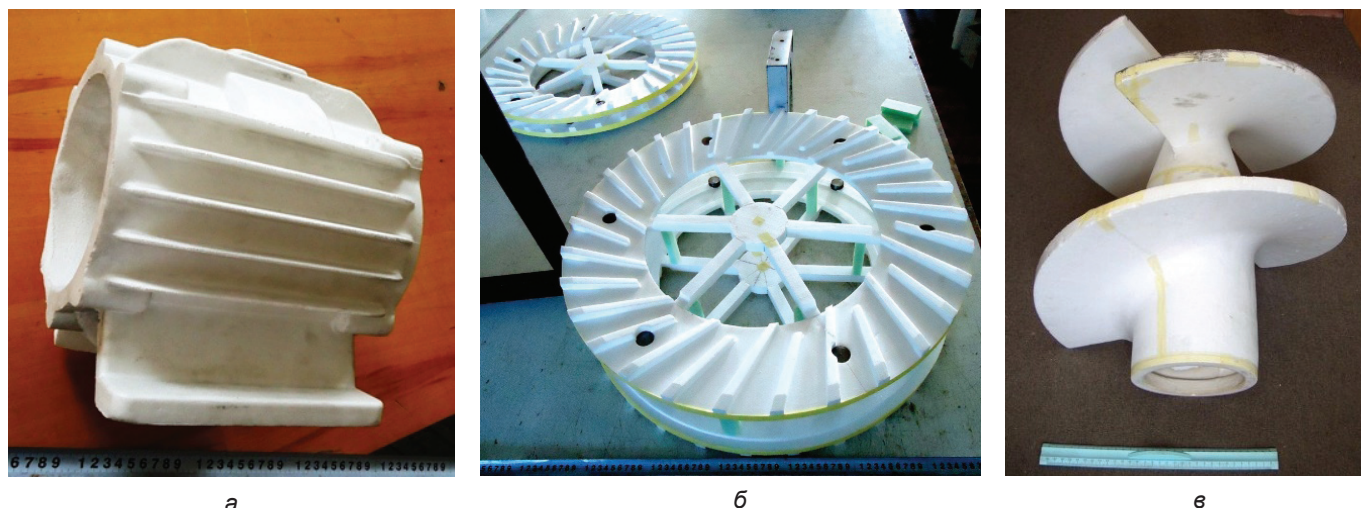


Рис. 1 Модели из ППС для получения металлических отливок: корпуса электродвигателя (а); рабочих колес (б); шнека (в)

методами. Это весьма объемный, сложный, дорогостоящий и крупнотоннажный технологический процесс синтеза. Стоимость конечного продукта, как и вообще полимеров, довольно высока, хотя полистирол является одним из самых распространенных полимеров в мире, занимая 4-е место после полиэтилена, поливинилхлорида и полипропилена. Несколько лет тому назад мировой рынок полистирола оценивался в 14 млн т в год.

В ФТИМС НАН Украины научной школой проф. Шинского О. И. проведены исследования по двум направлениям многоцелевой утилизации отходов ППС:

- разработка ряда технологий применения этих отходов на основе растворения их в живичном скипидаре [1];

- разработка ряда технологий на основе термокомпактирования этих отходов [2].

Авторы статьи отмечают значительный вклад в организацию этих исследований, публикацию и патентование новых технических решений А. А. Стрюченко, который долгое время был ответственным исполнителем по этой теме.

Рассмотрим первое направление.

Утилизация отходов ППС при растворении их в живичном скипидаре.

В качестве краткого итогового обзора ниже представлен ряд разработанных и предложенных для использования в промышленности технологий, основанных на применении растворов отходов ППС в живичном скипидаре. У живичного скипидара предельно-допустимая концентрация (ПДК) равна 300 мг/м³, то есть находится на уровне широко известных и применяемых в быту растворителей – бензина, керосина, уайт-спирита, что позволило разработать технологии с безопасными санитарными условиями труда. Живичный скипидар широко применяется в медицине и ветеринарии, как растворитель лаков и красок, а также в химической промышленности.

Технология приготовления в производственных условиях растворов отходов ППС в живичном скипидаре [3, 4]. В основе данного процесса разработана технологическая схема получения растворов отходов ППС в живичном скипидаре с целью их последующего многоцелевого использования в ряде отраслей промышленности. Схема включает приемный бункер для отходов ППС, устройство для измельчения этих отходов, весовой дозатор и герметичный реактор с мешалкой для ускорения растворения ППС и получения однородного по концентрации раствора. Установлено, что независимо от концентрации раствора наблюдается явление седиментации мелких загрязнений отходов ППС, которые могут быть удалены через нижнее сливное отверстие в реакторе.

Реактор позволяет приготовить раствор любой концентрации вплоть до 40 %. Как показали эксперименты, при такой весьма высокой для растворов полимеров концентрации, возможно при последующем его использовании получить при перемешивании равномерное распределение этого раствора в качестве связующего для частиц дисперсного на-

полнителя, в частности, кварцевого песка. В лабораторных условиях были получены растворы и 50%-й концентрации, однако низкая вязкость затрудняла их дальнейшее использование.

Для данного технологического процесса предложена комплектация оборудования при организации его в качестве отдельного производственного участка. Важно отметить, что растворение отходов ППС в живичном скипидаре одновременно с процессом получения жидкого технологического продукта является одним из способов их компактирования, что имеет важное технико-экономическое и экологическое значение [5]. Так, если готовить 40%-й раствор отходов пенополистирола в 100 л живичного скипидара, то объем этого раствора увеличивается примерно на 50 л при растворении около 3 м³ отходов ППС, то есть жидкость по объему «поглощает» этих отходов в 60 раз больше, чем растает ее объем.

Применение в литейном производстве. Технология приготовления формовочных и стержневых смесей с применением в качестве связующего 40%-х растворов ППС [5]. 40%-е растворы обладают оптимальной концентрацией, относительной вязкостью и текучестью, но в песчаных смесях имеют невысокую связующую способность. Эти растворы по прочности на сжатие песчаных смесей в сыром состоянии (0,01 МПа и ниже) аналогичны связующей способности ранее применявшихся для литейных форм пищевых растительных масел, крепителя ЧГУ (раствора сплава жирных кислот растительных и талового масел с канифолью в уайт-спирите) и др. Поэтому для освобождения полуформы или стержня из оснастки такие смеси требуют применения драйеров. Это существенно усложняет и удорожает процесс формовки. Такие смеси получают технологически необходимую прочность только после их термической обработки на драйерах в сушильных камерах. Так, формовочная смесь с 2-3 % полимера после нагревания при 120 °С в течение 60 мин. имела прочность на разрыв 1,78-1,92 МПа.

Технология приготовления формовочных и стержневых смесей на основе применения 40%-ных растворов с повышенной сырой прочностью на сжатие [7]. Оптимальные условия применения такой смеси достигаются тем, что в такую смесь наряду с 40%-ным раствором вводят 1,0-1,5 % жидкого стекла, а саму смесь перед освобождением из оснастки продувают СО₂ (до 1 мин). При этом прочность смеси на сжатие в сыром состоянии увеличивается на порядок с 0,03-0,05 до 0,40-0,60 кг/см². По такой технологии изготовления форм и стержней полученная сырая прочность является технологически достаточной, и необходимость применения драйеров отпадает. На рис. 2 показаны образцы и литейный стержень из этой смеси.

Технология приготовления легко выбиваемых жидкостекольно-полистирольных формовочных смесей взамен трудновыбиваемых жидкостекольных смесей. Среди многих видов связующих материалов, используемых для приготовления формовочных и стержневых смесей, жидкое стекло стоит на втором месте по применению после огнеупорных



Рис. 2. Образцы для испытаний смеси на сжатие и на разрыв, литейные стержни из смеси для литейного производства

глин. Его вводят в смесь в количестве 5-7 % [8]. Как неорганическое связующее в формовочных смесях, жидкое стекло имеет ряд несомненных преимуществ – огромные возможности сырьевой базы, дешевизна, доступность, экологическая безвредность и др. Однако серьезным недостатком этих смесей является плохая выбиваемость при удалении отливок из форм, что повышает трудоемкость процесса выбивки, ухудшает условия труда и экологическую безопасность производства. Теме улучшения выбиваемости смесей с жидким стеклом посвящены многочисленные исследования [9-13].

Наши разработки позволили решить проблему выбиваемости жидкостекольных смесей. Кардинальное решение достигнуто путем ввода в них совместно с жидким стеклом 40%-го раствора отходов ППС в живичном скипидаре не как добавки, а в качестве равноправного связующего компонента. Один из типовых составов жидкостекольно-полистирольных формовочных смесей (%мас.): кварцевый песок – 95, жидкое стекло – 3, полистирол – 2 в виде указанного раствора. Прочность такой смеси на сжатие после продувки CO_2 в течение 1 мин. столь высока, что превышает возможности ее определения на стандартном рычажном приборе, то есть значительно выше $1,25 \text{ кг/см}^2$, а прочность смеси по-сырому на разрыв равна $0,04 \text{ МПа}$.

При оптимизации составов этих смесей с жидкостекольно-полистирольным связующим в качестве характеристики выбиваемости была принята прочность образцов на разрыв в зависимости от температуры нагрева. При этом установлено, что после высушивания при оптимальной температуре $150 \text{ }^\circ\text{C}$ прочность смеси значительно увеличивается – с $0,04$ до $0,57 \text{ МПа}$, то есть почти в 15 раз. При дальнейшем повышении температуры нагрева наблюдается резкое уменьшение прочности на разрыв, что обусловлено процессами деструкции полистирола, которые начинаются при $200 \text{ }^\circ\text{C}$. Так, если при $170 \text{ }^\circ\text{C}$ прочность смеси на разрыв только заметно уменьшается с $0,57$ до $0,45 \text{ МПа}$, то при $200 \text{ }^\circ\text{C}$ она резко снижается до $0,14 \text{ МПа}$. А при 250 и $300 \text{ }^\circ\text{C}$ смесь практически полностью разупрочняется и легко рассыпается, что дает основание на применение ее для легковыбиваемых высокоточных форм и стержней.

Таким образом, применение жидкостекольно-полистирольных формовочных смесей взамен жидкосте-

кольных позволяет получить такие два преимущества: содержание жидкого стекла в смеси можно уменьшить примерно в 2 раза, что уже способствует улучшению ее выбиваемости; наличие в формовочной смеси (в сочетании с жидким стеклом) полистирола с присущей ему деформацией расширения при высоких температурах ослабляет манжеты и пленки обезвоженного щелочного силиката по границам контактов и вокруг кварцевых зерен песка. Это в сумме обеспечивает высокую выбиваемость таких смесей, значительно облегчает их регенерацию и повторное использование в формовочных процессах, что в целом улучшает экологические показатели производства.

Химическая промышленность производства пластмасс. Технология получения пластифицированного полимера полистирола из отходов ППС [14].

Получаемый в промышленности атактический, то есть аморфный полимер полистирол по своим физическим свойствам представляет собой достаточно твердый материал плотностью $1,05\text{-}1,065 \text{ г/см}^3$ и температурой стеклования $T_g \approx 80 \text{ }^\circ\text{C}$. В таком состоянии его трудно использовать в композициях для получения пластмассовых изделий. Поэтому в производственных условиях его подвергают технологической операции пластификации с целью понижения температуры стеклования T_g и приобретения полимером свойств эластичности и пластичности, необходимых для последующей переработки. Пластификация полимеров в промышленности – это крупнотоннажный и трудоемкий технологический процесс, так как в полимер надо ввести довольно значительное по массе количество пластификатора – до 30-40 %. В качестве пластификаторов чаще всего служат низкомолекулярные углеводороды, которые должны быть совместимы с полимером и обладать низкой летучестью.

А. А. Стрюченко [14] предложено получать полимер полистирол из отходов ППС, что имеет не только важное экологическое значение, так как направлено на уменьшение не подлежащих переработке отходов, но также серьезное техническое решение, поскольку речь идет о получении полимера полистирола из растворов отходов ППС в живичном скипидаре в уже пластифицированном состоянии. Таким образом, живичный скипидар используется не только для растворения полистирола, но также одновременно является его пластификатором. Поэтому выделение полистирола из такого рода растворов позволяет получить этот полимер в уже пластифицированном состоянии, то есть пригодном для его использования в композициях материалов для получения пластмассовых изделий.

В лабораторных условиях пластифицированный полистирол получали путем приготовления 40%-х растворов отходов ППС в живичном скипидаре с последующим удалением излишков растворителя путем отстаивания раствора в чашке Петри на воздухе при комнатной температуре [15]. В производственных условиях для этой цели обычно применяют вакуумные испарители. В результате испарения живичного скипидара масса взятой навески раствора заметно уменьшалась. Анализ данных кинетики потери массы раствора при удалении живичного

скипидара и роста концентрации полистирола показали, что наиболее существенные потери массы раствора и растворителя происходят в первые 2-3 суток. В дальнейшем эти показатели заметно уменьшаются и спустя 17 суток становятся незначительными, что говорит о том, что раствор «химически удерживает» от испарения скипидар и длительное время находится в пластичном состоянии. Такие же исследования проведены для сопоставления с другим растворителем – этилацетатом. Подобно живичному скипидару этилацетат также хорошо растворяет ППС, однако у него высокая летучесть, что не позволяет ему служить пластификатором полистирола.

Сравнение кинетики потерь массы 40 %-х растворов с живичным скипидаром, имеющим среди многих известных растворителей низкую летучесть, и растворов с этилацетатом, имеющим высокую летучесть, позволяет получить неоспоримое подтверждение в пользу живичного скипидара как пластификатора полистирола [14]. Об этом свидетельствует то количество растворителя, которое остается в полистироле после выстаивания на воздухе в течение 15-17 суток. Если за это время в полистироле с живичным скипидаром остается 31,5 % живичного скипидара, то в полистироле с этилацетатом в сравнимых условиях – только 10,7 % этилацетата, практически в 3 раза меньше, что показывает непригодность этилацетата в качестве пластификатора полимера полистирола в отличие от живичного скипидара.

Строительство. Технология получения полистироловых покрытий для решения проблем гидроизоляции. Одним из ценных свойств полимера полистирола является его гидрофобность, то есть он не смачивается и не взаимодействует с водой. Кроме того, он не подвержен биологическому разложению во времени. Поэтому получение и применение таких покрытий поможет решить многие проблемы гидроизоляции в строительстве. Широкое традиционное использование ППС для упаковки пищевых продуктов позволяет рекомендовать применение таких полистироловых покрытий для гидроизоляции помещений, связанных с пищевыми продуктами.

Технология получения прочного, водостойкого и декоративного полистиролового покрытия по дереву. Получение и применение водостойкого полистиролового покрытия по дереву представляет значительный практический интерес. Такое покрытие опробовано для различных деревянных изделий, работающих в условиях контакта с влажной средой – наружные двери домов, деревянные предметы дачной постройки, переплеты окон и т. п. С различными красителями можно получить широкую гамму по цвету водостойких полистироловых покрытий – от прозрачного покрытия до покрытия практически любого цвета. На рис. 3, а показаны раствор из отходов ППС в стеклянной емкости и его капля на стекле, на рис. 3, б – образцы цветного и прозрачного полистиролового покрытия по дереву. На рис. 3 по капле видна достаточно высокая жидкотекучесть раствора, регулируемая процентным содержанием компонентов в зависимости от условий использования в качестве покрытия или связующего, а также видно, что прозрачные полистироловые покрытия полностью сохраняют фактуру подложки, покрывая поверхность прочной тонкой глянцевой пленкой.

Технология получения прочного и водостойкого полистиролового покрытия декоративного назначения для гончарных изделий в быту. Гончарные изделия в виде кувшинов, ваз и других изделий, после придания глине формы обжигают в печах при высокой температуре (1200-1300 °С). В результате усадочных процессов при обжиге такие изделия характеризуются повышенной пористостью. Это иногда приводит к «выпотеванию» залитой в изделие жидкости. Для предотвращения такого нежелательного явления наружную поверхность изделия рекомендуется покрыть водостойким полимерным покрытием. Для этой цели пригодны 20-30%-е растворы отходов пенополистирола в живичном скипидаре. Наличие пористости гончарного изделия способствует сцеплению покрытия с подложкой. Такое покрытие после его высушивания при невысокой температуре (50-60 °С) в течение непродолжительного времени (2-3 ч) становится гарантировано



а



б

Рис. 3 Образцы: раствора из отходов ППС в стеклянной емкости и его капля на стекле (а); цветного и прозрачного полистиролового покрытия по дереву (б)

водонепроницаемым. Оно может быть высушено также при выстаивании на воздухе, однако в течение более длительного времени. Применение таких покрытий повышает художественную и потребительскую ценность изготовленных из глины изделий, их поверхность приобретает блеск, а окраска становится ярче.

Лакокрасочные материалы для живописи. Применение 25-30%-х растворов отходов ППС в живичном скипидаре в качестве нового полистирольного картинного лака. В настоящее время в качестве картинных лаков в живописи применяются составы на основе мягких натуральных смол (мастикс, даммара и др.). Эти импортные смолы из экзотических растений труднодоступны, дефицитны и дороги. Лаковая пленка из этих смол имеет слабую стойкость в условиях контакта с атмосферной влагой, она хрупкая, мягкая, быстро стареет, трескается, имеет пониженную эластичность. Технология приготовления лаков на основе натуральных смол трудоемка и продолжительна по времени.

Лаковые покрытия на основе синтетического полистирола [16] лишены этих недостатков. Заключение экспертов (художников-реставраторов и мастеров живописи) по результатам испытаний подтверждает преимущества разработанных нами лаков с точки зрения повышения качества и долговечности произведений живописи.

Применение 10-15%-х растворов отходов ППС в живичном скипидаре в качестве лакового покрытия на уже загрунтованное полотно для написания картин. Новый полистироловый лак низкой концентрации хорошо ложится на уже загрунтованное эмульсией полотно. Такое полотно становится эластичным, оно не трескается, не тянет краску, не жухнет, что важно для долговечности живописи и применимо для реставрационных работ.

Утилизация отходов ППС путем термокомпактирования

Хотя работы по данному направлению проведены в последние 3 года и находятся в начальной стадии, тем не менее, перспективы этих работ в направлении технологического использования свойств термокомпактированных отходов ППС весьма значительны для создания новых полимерных компактных материалов. Получены первые варианты технологии термокомпактирования, разработаны

технологические схемы производственных участков с замкнутым циклом работ (включая изготовление композитных изделий на основе полистирола).

Так, разработана и предложена к внедрению принципиальная технологическая схема производственного участка с замкнутым циклом для получения термокомпактированных отходов ППС в виде гранул. Схема включает емкость для отходов ППС, весы, дробилку для измельчения до необходимого (заданного) размера гранул, ленточный конвейер, печь с температурой нагрева не ниже 160 °С, емкость для сбора готового продукта, в случае необходимости – сита для фракционирования гранул, средства для их расфасовки и складирования.

Выполнены лабораторные исследования по технологии получения и испытания на сжатие образцов из полимерных композиционных материалов. На рис. 4, а показаны образцы для испытания на прочность из термокомпактированных пенополистирола и пенополистирола с наполнителем, на рис. 4, б – 3 столбчатых образца размерами 25х25 мм до и после испытаний, а также 2 пластинки разной толщины для изучения структуры излома. На первом фото видно изменение величины зерна после термокомпактирования ППС в автоклаве, на втором – частицы керамики со слоями полистирола образуют единый адгезионно-когезионный комплекс. Термокомпактированные зернистые отходы ППС без затруднений перемешиваются с частицами наполнителя и, обладая термопластичными свойствами полимера полистирола, служили связующим при создании новых полимерных композиционных материалов [17]. В качестве наполнителя таких материалов применялись твердые минеральные отходы фарфорофаянсовых производств, кварцевый песок, гидрат алюминия $Al(OH)_3$. При этом стремились сочетать крупнотоннажные отходы различных отечественных производств, складываемые в отвалах в значительном количестве с загрязнением окружающей среды и существенными затратами по их хранению.

Столбчатые образцы для испытаний (рис. 4) получали в металлической оснастке с нагревом ее и наполнителя в электрическом сушильном шкафу СНОЛ 67/350 при температуре 170-180 °С. Испытание образцов на сжатие проводили на переносном прессе с максимальной нагрузкой 1594 кг. Отходы фарфорофаянсового производства имели следующий фракционный состав: 0,16...0,20 мм – 20 %; 0,27...0,63 мм – 30; 1...2 мм – 50. При этом



Рис. 4 Образцы для: испытания на прочность по табл. 1 (а); изучения поверхности излома столбчатых и пластинчатых образцов композитного материала различной толщины (б)

исследовали зависимость прочности на сжатие от соотношения по объему связующего и наполнителя: 70/30, 50/50, 40/60, где в числителе объем связующего, а в знаменателе объем наполнителя (%). Полученные результаты сведены в таблицу. Из нее видно, что ростом количества наполнителя можно в значительной мере увеличивать прочность на сжатие композиционного материала. Полученные данные служат основанием для замены значительно более дорогого полистирола, получаемого заводским путем, на гранулированные отходы ППС в термокомпактированном состоянии (рис. 5, а). Их можно производить с крупностью, сравнимой с гранулами для производства литейных моделей или декоративных изделий интерьера, а также использовать в перспективном производстве облицовочных и утеплительных материалов различной прочности, декоративной окраски и фактуры поверхности, на 100 % состоящего из отходов (рис. 5, б). Примером применения поли-

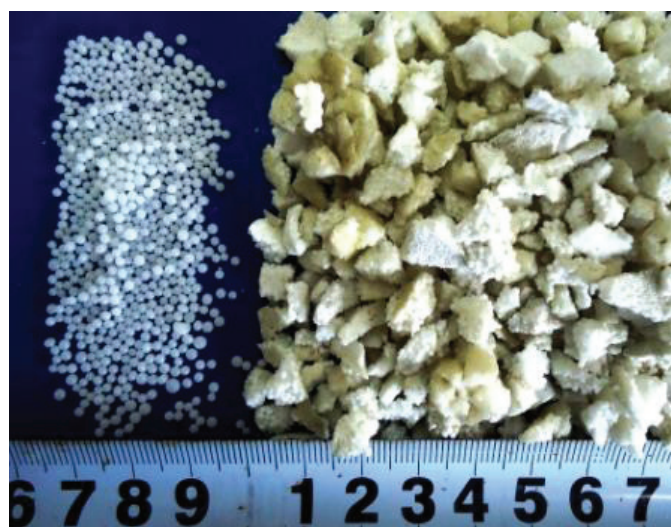
мерно-минерального композитного материала может служить проект производства тротуарной и облицовочной плитки и других подобных изделий

В связи с обострением проблемы экономии энергоносителей в Украине одним из важных решений энергосбережения служит утепление домов и зданий. Для этого применяют фасадную облицовочную плитку с несущим и утепляющим слоями – теплая плитка и вентилируемые утепленные фасады (полифасады), для которых удачно подходят разработанные композитные и лакокрасочные отечественные материалы, одновременно решая вопросы утепления, облицовки и утилизации отходов. Теплые плитки состоят из двух слоев: первого (противоударного и декоративного) – композитный материал толщиной 8-15 мм, армированный крошкой различной крупности; второй (отвечающий за утепление) – пенопласт 25 плотности толщиной до 50 мм (рис. 6). Эти слои невозможно оторвать друг от друга. Теплые плитки экономят до

Состав и прочность на сжатие композитных материалов

Материал наполнителя	Соотношение объемов связующее/наполнитель, %	Разрушающая нагрузка, кг	Прочность на сжатие, кг/см ²
Образец без наполнителя	100	950	187,75
Минеральный наполнитель из отходов фарфорофаянсового производства	70/30	1109	219,17
	50/50	1425	281,62
	40/60	1346	266,00
Кварцевый песок	70/30	1425	281,62
Гидроксид алюминия Al(OH) ₃	50/50	1584*	313,04*

* Образец при максимальной нагрузке не разрушился



а



б

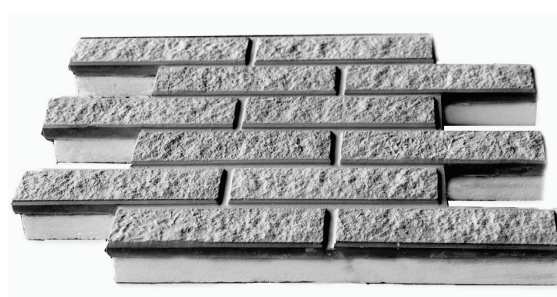
Рис. 5 Образцы: гранул подвспененного ППС для изготовления моделей рядом с термокомпактируемыми отходами ППС (а); композитного материала с различным соотношением компонентов, включая красители (б).



а



б



в

Рис. 6 Образцы различной конструкции теплых плиток (а, б) и вариант системы их укладки на фасаде здания (в)

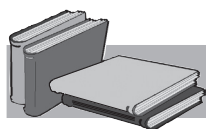
60 % энергии и создают привлекательный дизайн здания, могут выпускаться с различной геометрией, матовыми под природный камень или идеально глянцевыми под мрамор, гранит различных расцветок и фактуры поверхности, одновременно утепляя, защищая и облицовывая стены. Данная малозатратная технология создает солидный вид капитального сооружения, построенного из природного камня.

Проведенные исследования создали основу для целого ряда разновидностей новых технологий производства пластмассовых и композитных изделий, в том числе бытового назначения на основе использования отходов ППС в термокомпактированном состоянии. Перспективно совершенствование технологий получения полимерных красок на основе рассмотренных растворов (в том числе из гранулированных термокомпактированных отходов) в различной комбинации с красителями, зернистыми и волокнистыми фазами для внутренних и наружных работ по бетону, штукатурке, дереву, кирпичу, стеклу. Они способны высыхать и твердеть как при положительных, так и при отрицательных температурах. Такие поверхности можно мыть водой, ги-

дрофобные краски не боятся атмосферных воздействий и пригодны для окраски фасадов зданий.

Экономически выгодно и технологически доступно получение полистирольного лака с применением в качестве растворителя живичного скипидара. Такой раствор не требует добавления пластификатора, данный растворитель является не только растворителем, но и одновременно является пластификатором полимера полистирола. Ввиду высокой пористости отходов ППС их растворение происходит очень быстро, что способствует высокой продуктивности технологии приготовления лака, в том числе по месту его применения, замешиванием из гранулированных отходов подобно быстрому приготовлению цементных растворов из готовой сыпучей композиции, расфасованной в бумажные мешки.

Перспективно использование в литейных цехах технологии получения легковыбываемых жидкостекольных формовочных смесей с молотыми отходами ППС в термокомпактированном состоянии, а также технологии приготовления асфальт-полимер-бетона путем использования термокомпактированных отходов ППС в качестве вяжущего ингредиента в этих составах для автодорожного и аэродромного строительства.



ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 9003 UA, МПК C08J3/02, B22C1/16. Применение в качестве растворителя отходов пенополистирола живичного скипидара / О. И. Шинский и др. – Оpubл. 15.09.2005, Бюл. № 9.
2. Исследование процессов термокомпактирования отходов пенополистирола / О. И. Шинский, О. А. Тихонова, А. А. Стрюченко, В. С. Дорошенко // Твердые бытовые отходы. – 2011. – № 4 – С. 48-50.
3. Шинский О. И., Ладарева Ю. Ю., Стрюченко А. А. Новый связующий материал на основе отходов пенополистирола // Процессы литья. – 2007. – № 4. – С. 58-60.
4. Пат. 77338 UA, МПК B22C9/10. Полистирольное вяжущее для изготовления литейных форм и стержней / О. И. Шинский, В. Л. Найдек, А. А. Стрюченко и др. – Оpubл. 15.11.2005, Бюл. № 11.
5. Шинский О. И., Стрюченко А. А., Дорошенко В. С. Получение связующих из отходов пенополистирола для литейных форм и стержней и изучение ряда характеристик этих процессов // Процессы литья. – 2009. – № 1. – С. 48-51.
6. Пат. 77105 UA, МПК B22C9/10. Смесь для литейных форм и стержней / О. И. Шинский, В. Л. Найдек, А. А. Стрюченко и др. – Оpubл. 16.10.2006, Бюл. № 10.
7. Пат. № 88670 UA, МПК B22C9/10, 22C1/16. Способ получения формовочных смесей со связующим из отходов пенополистирола / О. И. Шинский, В. Л. Найдек, А. А. Стрюченко и др. – Оpubл. 10.11.2009, Бюл. № 21.
8. Формовочные материалы и смеси / С. П. Дорошенко, В. П. Авдокушин, К. Русин, И. Мацашек. – К.: Вища школа, 1990. – 415 с.
9. Сулханов М. Н., Жуковский С. С. Стержневые смеси с улучшенной выбиваемостью для стальных отливок // Литейное производство. – 1986. – № 7. – С. 9-10.
10. Лясс А. М., Валисовский Н. В. Пути улучшения выбиваемости смеси с жидким стеклом // Сб. Труды ЦНИИТМАШ. Формовочные смеси и технология их применения. – 1961. – № 24. – С. 82-89.
11. Якунин Ю. Н., Курочин П. Д., Спасский В. В. Классификация добавок, улучшающих выбиваемости жидкостекольных смесей // Литейное производство. – 1973. – № 4. – С. 43-45.
12. Рыжков Н. В., Сычев Н. С. Улучшение выбиваемости жидкостекольных смесей // Сб. Машиностроение. - К.: - 1963. – № 5 (23). – С. 47-51.
13. Субботин Н. А., Васин Ю. Н. Выбиваемость смеси с жидким стеклом // Литейное производство. – 1961. – № 12. – С. 5-6.
14. Шинский О. И., Стрюченко А. О. Пластифицированный полимер полистирол из отходов пенополистирола. Исследование процесса получения // Химическая промышленность Украины. – 2011. – № 3. – С. 80-84.
15. Новая технология рециркуляции пенополистирола // Тара и упаковка. – 1998. – № 1. – С. 67.
16. Пат. № 82856 UA, МПК B44D7/00. Полистирольный картинный лак для живопису / О. И. Шинский, А. А. Стрюченко та ін. – Оpubл. 27.08.2013, Бюл. № 16.
17. Пат. № 82838 UA, МПК C08J 11/04. Спосіб одержання полімерного композиційного матеріалу / О. Й. Шинський, А. А. Стрюченко, В. С. Дорошенко, І. О. Шинський, П. В. Русаков. – Оpubл. 12.08.2013, Бюл. № 15.

Анотація

Дорошенко В. С., Шинський В. О., Тихонова О. А

Утилізація побутових і виробничих техногенних відходів пінополістиролу

Огляд різновидів нових технологій переробки відходів пінополістиролу, розроблених ФТІМС НАН України, включає два напрямки: розчинення і термокомпактування. Утилізація цих відходів складається в застосуванні їх у вигляді в'язучих для ливарних форм, композитних виробів з зернистими неорганічними компонентами або лакофарбової продукції. Живичний скипідар служить як розчинником, так і пластифікатором отриманого матеріалу. Швидке розчинення гранульованих відходів дозволяє готувати фарби за місцем застосування.

Ключові слова

пінополістирол, утилізація відходів, ливарне виробництво, скипідар, композиційні матеріали, термокомпактування

Summary

Doroshenko V., Shinsky V., Tikhonova O.

Disposal of household and industrial anthropogenic styrofoam waste

There was done overview of varieties of new technologies for processing waste polystyrene developed by PTIMA NAS of Ukraine includes two areas: dissolution and thermocompaction. Disposal of these wastes is as applying them as binders for foundry molds, composite products with granular inorganic components or paint products. Gum turpentine used as solvent, and plasticizer material obtained. Rapid dissolution of granular waste allows you to cook paint at the place of use.

Keywords

polystyrene, recycling, foundry, turpentine, composite materials, thermocompaction

Поступила 06.10.14

**Предлагаем разместить в нашем журнале рекламу
Вашей продукции или рекламный материал
о Вашем предприятии**

**Расценки на размещение рекламы
(цены приведены в гривнах с учетом налога на рекламу)**

2, 3 страницы обложки		страница внутри журнала	
цветная	1400	цветная	1050
черно-белая	700	черно-белая	500
1/2 страницы формата А4		1/2 страницы формата А4	
цветная	900	цветная	800
черно-белая	500	черно-белая	450
1/4 страницы формата А4		1/4 страницы формата А4	
цветная	550	цветная	300
черно-белая	300	черно-белая	200

При повторном размещении рекламы – скидка 15 %