

УДК 622.3. 002.68

Д.О. Минина

ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В ДЕКОРАТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Дан обзор ряда способов переработки горнопромышленных отходов в декоративные материалы, рассмотрены, применяемые в промышленности в настоящее время технологии, например, искусственного и гибкого камня и экспериментальные разработки декоративного стеклокристаллического материала.

Ключевые слова: технологии переработки, горнопромышленные отходы, декоративные материалы

Дефицит минерального сырья делает актуальным поиск его дополнительных нетрадиционных источников. Один из вариантов решения этой проблемы — использование техногенного сырья – скоплений минеральных веществ на поверхности Земли или в горных выработках, представляющих собой отходы горного, обогатительного, металлургического и других производств и пригодные по количеству и качеству для промышленного использования, которое становится возможным по мере развития технологии их переработки.

Техногенное сырье – результат интенсивного развития горнодобывающей и перерабатывающей промышленности. К настоящему времени на земной поверхности накоплены триллионы кубических метров техногенных отходов.

Негативное воздействие на окружающую среду проявляется на территории, в разы и более превышающей площадь, занимаемую отходами [2, 4]. При добыче, обогащении и переработке руд черных и цветных металлов, горно-химического и угольного сырья образуется огромное количество отходов, отличающихся большим

разнообразием физико-механических, технологических и других свойств.

На стадии добычи руды образуются твердые отходы в виде вскрышных и вмещающих пород, пустых шахтных пород, некондиционных руд, на стадии обогащения добытого сырья – отходы флотации, гравитации, отвалы промывки россыпей. С развитием горнопромышленной отрасли все более остро встает вопрос переработки горнопромышленных отходов.

Рассмотрим некоторые из существующих способов переработки твердых отходов горного производства в декоративные материалы.

Технология «искусственный камень». Искусственный камень (литевой камень) — композитный материал, состоящий из смеси отвержденной полиэфирной смолы и минерального наполнителя (кварцевый песок, мраморная крошка). Композитные материалы, изготовленные по технологии «искусственный камень», используются при производстве сантехнических изделий, облицовочных плит, при отделке помещений. Искусственный камень обладает такими отличительными свойствами, как высокая механическая прочность, химиче-

ская стойкость, слабая теплопроводность. В зависимости от типа используемой полиэфирной смолы и наполнителя он может имитировать натуральный мрамор, малахит, яшму, полупрозрачный оникс, гранит. Технология производства дает большие возможности в выборе цветовой гаммы и имитации структуры натурального камня, при этом искусственный камень имеет преимущества перед натуральным по физико-механическим свойствам, стойкости к бытовым загрязнениям.

Последовательность технологических операций по производству искусственного камня включает несколько этапов:

1. Подготовка формы для изделия из искусственного камня — полировка, нанесение антиадгезионного материала;

2. Напыление гелькоута на форму при помощи чашечного распылителя или специальной установки для напыления гелькоута;

3. Отверждение гелькоута;

4. Приготовление заливочной смеси (полиэфирная смола, наполнитель, отвердитель, красители);

5. Заливка смеси полиэфирной смолы с наполнителем в форму;

6. Вибрирование формы с целью удаления воздушных включений из смеси полиэфирной смолы с наполнителем;

7. Отверждение заливочной смеси в форме;

8. Извлечение из формы готового изделия из искусственного камня;

9. При необходимости — механическая обработка изделия из искусственного камня.

Отдельно представлен искусственный камень, полученный по технологии Solid Surface. Технология произ-

водства искусственного камня Solid Surface имеет ряд преимуществ перед обычным искусственным камнем. При изготовлении по этой технологии используется полиэфирная смола с повышенной стойкостью к бытовым загрязнителям и влагопоглощению, что позволяет отказаться от применения защитного слоя — гелькоута. Удаление воздуха из смеси полиэфирной смолы с наполнителем на стадии перемешивания позволяет получить однородный искусственный камень без воздушных пор.

В результате получают искусственный камень — композитный материал, который легко режется, фрезеруется, склеивается. Отсутствие покрытия из гелькоута позволяет легко ремонтировать поверхность искусственного камня даже при значительных царапинах [8].

Технология «гибкий камень». Гибкий камень — это качественно новый облицовочный материал, изготавливаемый из природного кварцевого песчаника. Технология, основанная на применении современных полимерных акриловых дисперсий (ПАД), позволяет получить срез вертикального пласта песчаника толщиной 1—5 мм, сохраняя при этом структуру и цветовую гамму, которая формировалась самой природой. Пропитка акриловыми связующими придаёт песчанику гибкость и защищает его от внешних факторов окружающей среды. Т.е. «гибкий камень» не следует путать с так называемым «искусственным камнем». «Гибкий камень» — это наклеенный на тканевую основу тончайший срез натурального камня, извлеченного из геологических пластов.

Основным отличительным признаком нового материала является его

гибкость, которая открывает новые возможности для использования натурального камня в архитектуре, дизайне и строительстве. Наиболее популярной формой его применения являются настенные обои, легко сворачивающиеся в рулон. Отличительной особенностью обоев из «гибкого камня» является не только их исключительная долговечность (до 35 лет, по информации производителей), но и неповторимость рисунка, который всегда уникален на каждом срезе песчаника.

«Гибкий камень» обладает низкой влагопоглощаемостью, поэтому его вполне можно использовать в отделке саун, бассейнов и ванных комнат. В то же время новый материал достаточно порист, благодаря чему облицованные «гибким камнем» стены, что называется, «дышат». «Гибкий камень» устойчив к воздействиям окружающей среды: он не разрушается под воздействием осадков и перепадов температуры, легко переносит колебания от -40°C до $+70^{\circ}\text{C}$, «гибкий камень» практически не горюч и не выделяет каких-либо вредных веществ, поэтому его можно использовать и во внешней отделке каминов. К тому же «гибкий камень» – это достаточно лёгкий материал: при расчёте на один квадратный метр его масса колеблется от 3 до 5 кг, что позволяет использовать его в том числе и в отделке зданий без усиленных опорных конструкций.

Обои из «гибкого камня» удивительно устойчивы к истиранию и прекрасно подходят для отделки поверхностей, испытывающих высокую механическую нагрузку. Ими можно отделать общие коридоры в офисах, барные стойки и многое другое. Светопроницаемость «гибкого камня» позволяет использовать его и для созда-

ния оригинального светодизайна в жилых помещениях, благодаря чему они станут по-домашнему теплыми и уютными [7].

Стеклокристаллические материалы разделяют на ряд видов, важнейшими из которых являются ситаллы, получаемые из технически чистых материалов, и шлакоситаллы, получаемые на основе дешевого сырья – шлаков и отходов металлургической и горной промышленности.

Ситаллы – стеклокристаллические (микрокристаллические) материалы, получаемые путем направленной кристаллизации стекол специальных составов, протекающей в объеме заранее отформованного изделия. Ситаллы состоят из одной или нескольких кристаллических фаз, равномерно распределенных в стекловидной фазе.

Главная особенность ситаллов — тонкозернистая равномерная стеклокристаллическая структура, которая обуславливает сочетание высокой твердости и механической прочности с отличными электроизоляционными свойствами, высокой температурой размягчения, хорошей термической и химической стойкостью [6]. Родиной ситалла считают Советский Союз, где впервые были разработаны механизированная технология и оборудование для непрерывной варки шлакоситаллового стекла в ванной печи непрерывного действия, формования ленты и кристаллизации ее в конвейерной печи с целью получения черного, белого и светлоокрашенного ситалла. Основоположник работ в этом направлении профессор И.И. Китайгородский, впервые ввел в обиход слово «ситалл» и разработал концепцию использования отходов различных производств, включая доменные шлаки,

для получения нового вида материала из стекла[1]. Следует отметить, что первые ситаллы, в зависимости от чистоты шлакового сырья и его состава, получались серых, коричневых, зеленовато-бурых тонов. Их применяли в основном в технике и строительстве (например, в виде листов и плиток для настила полов в химических цехах, гражданских сооружениях). Но для того, чтобы получить из них декоративные материалы, необходимо было расширить цветовую гамму.

Естественно, любые цветные материалы можно создать на основе белого с использованием красителей, а белый шлакоситалл долго не удавалось получить. Лишь в 1970 г. был налажен выпуск белой разновидности ситаллов. Панели и плиты из этого материала стали широко применять при облицовке фасадов [3]. В ситаллах, изготовленных из светочувствительных стекол, получают непрозрачные белые или цветные трехмерные изображения.

Микроструктура ситалла обеспечивает высокую твердость и сопротивление абразивному износу. Светочувствительные стекла и фотоситаллы находят широкое применение в микроэлектронике, ракетной технике, космосе, оптике, полиграфии и бытовых приборах. Так, из фоточувствительного стекла получены матрицы для газоразрядных приборов, фотокерам для изготовления плат печатного монтажа, из фотоситалла — перфорированные диски, применяемые в катодно-лучевых трубках и т.д.

Технология ситаллов включает стадии: варка стекла, формовка изделий и специальная термическая обработка.

Технические ситаллы получают на основе искусственных шихт тех час-

тей силикатных систем, в которых кристаллизуются фазы, обладающие заданными свойствами. Для термостойких ситаллов такими фазами являются кордиерит, сподумен $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$, эвкрипит LiAlSiO_4 ; для высокопрочных — шпинель, муллит; для диэлектриков — кордиерит, диоксид, волластонит и т.д. Такие свойства, как плотность, коэффициент термического расширения, теплопроводность, модуль упругости и диэлектрическая проницаемость зависят от свойств фаз и аддитивно меняются с изменением содержания этих фаз[3]. Необходимыми добавками являются вещества, служащие катализаторами и центрами кристаллизации стекол. В качестве последних применяются: металлы Au, Ag, Cu, Pt, Pd в количествах сотые — десятые доли процента; окислы TiO_2 , P_2O_5 , Cr_2O_3 , ZrO_2 , ZnO и др. (первые проценты), фториды Na_3AlF_6 , Na_2SiF_6 , CaF_2 (обязательно совместно с Al_2O_3), S или сульфаты с добавкой кокса, сульфиды. С целью удешевления производства и комплексного использования сырья для изготовления ситаллов привлечены: доменный шлак вместе с кварцевым песком — для получения шлакоситаллов; магматические эффузивные и интрузивные горные породы основного состава (базальты, габбро, траппы), метаморфические породы (тремолитовые и тальковые сланцы), осадочные породы (лессовые суглинки, известковая глина), нефелиновый концентрат — для получения петроситаллов. Оценка пригодности шлаков и горных пород для этих целей наиболее просто и эффективно осуществляется петрографическими методами по их минеральному составу.

Главное в технологии ситаллов — двухстадийная термообработка. Пер-

вая стадия — образования центров кристаллизации — осуществляется для большинства составов шихт выдержкой при температуре, оптимальной для этого процесса. Для фотоситаллов изделия после отжига облучают ультрафиолетовыми, рентгеновскими или — лучами. Проявление скрытого изображения происходит при нагревании стекол в интервале между температурой размягчения и отжига в течение 8-60 мин. Далее термообработка продолжается при более высоких температурах для завершения процесса кристаллизации и получения ситалла. На второй стадии изделия отжигают при температуре, наиболее благоприятной для роста кристаллов[5].

Опыты по созданию декоративных стеклокристаллических материалов и полный технологический цикл изготовления стеклокристаллического ма-

териала проведены автором на базе РХТУ имени Менделеева. В результате получен ряд образцов, обладающих заданными свойствами.

Выводы

Использование техногенного сырья горнорудных предприятий позволяет решить ряд важных проблем минерально-сырьевого комплекса страны и улучшить экологическую ситуацию.

Привлекательность техногенному сырью придает то обстоятельство, что оно расположено в промышленно освоенных районах, находится в приповерхностных условиях, горная масса отходов преимущественно дезинтегрирована, что резко снижает затраты на разработку.

Создание новых декоративных материалов дает импульс развития различным направлениям архитектуры, дизайна и декоративно-прикладного искусства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Китайгородский И.И. Технология стекла. М.: Стройиздат, 1968, 564 с
2. Боков В.Г. Богатство в отвалах (проблемы утилизации горно-промышленных отходов в России / В.Г.Боков, В.Л.Заверткин, В.Н.Лазарев // Центр. – 1994. – № 8-9.
3. Павлушкин Н.М. Основы технологии ситаллов. — М., Стройиздат, 1979.
4. Комаров М.А. Техногенные минерально-сырьевые ресурсы / Под ред. В.В. Караганова и Б.С. Ушкенова / М.А.Комаров, Б.К. Михайлов, Ю.А. Киперман и др. // Москва-Алматы, 2003.
5. New Mexico Clay, Inc, Crystalline Glaze — Кристаллические глазури. Статья с сайта http://www.creativecreekartisans.com/creativecreek_cone6cry.htm.
6. Михайленко Н.Ю., Орлова Л.А. Научные разработки РХТУ им. Менделеева, материалы с сайта. <http://lib.muctr.ru/scidbase/01-0134/index.htm>.
7. <http://cladstone.ru/gjbkij-camen>
8. http://www.composite.ru/tehnologii/iskusstvennyj_kamen1/mramor_oniks/. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Минина Дарья Олеговна – аспирант,
Московский государственный горный университет, ud@msmu.ru

