

УДК 624.19.05

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДОБАВКИ

Балагуров В.В.

Студент

*Сибирский федеральный университет,
Красноярск, Россия*

Безроднов А.Е.

Студент

*Сибирский федеральный университет,
Красноярск, Россия*

Гравдина П.Г.

Студент

*Сибирский федеральный университет,
Красноярск, Россия*

Паньков П.А.

Студент

*Сибирский федеральный университет,
Красноярск, Россия*

Аннотация

В статье рассматривается применение полифункциональной добавки в строительной сфере. Предварительные исследования позволяют сделать выводы о возможности использования отходов гидроабразивной резки стали для изготовления керамических изделий в качестве полифункциональной добавки: флюса (плавня), пигмента для окрашивания керамического черепка (ввиду наличия хромофоров - оксида железа и вишнево-красного минерала - альмандина).

Ключевые слова: отходы, производство, резка, градостроительство, сталь

ANALYSIS OF RESEARCH OF POLYFUNCTIONAL ADDITIVE

Balagurov V.V.

Student

Siberian Federal University,

Krasnoyarsk, Russia

Bezrodnov A.E.

Student

Siberian Federal University,

Krasnoyarsk, Russia

Gravdina P.G.

Student

Siberian Federal University,

Krasnoyarsk, Russia

Pankov P.A.

Student

Siberian Federal University,

Krasnoyarsk, Russia

Annotation

The article discusses the use of multifunctional additives in the construction industry. Preliminary studies allow us to draw conclusions about the possibility of using waterjet cutting waste for the manufacture of ceramic products as a polyfunctional additive: flux (flux), pigment for coloring ceramic shards (due to the presence of chromophores - iron oxide and cherry-red mineral - almandine).

Keywords: roof, production, green roof, urban planning, ecology

Изучение и внедрение в производство новых, ранее не используемых отходов производства и потребления, является актуальной задачей, напрямую связанной с сохранением природных ресурсов и защитой биосферы от загрязнения. К таким отходам относятся дисперсные отходы, образующиеся от гидроабразивной резки металлов. Целью нашей работы является исследование

состава и свойств отходов гидроабразивной резки стали оценка возможности использования их в производстве строительной керамики.

Принцип действия гидроабразивной резки заключается в том, что поток воды, проходящий через отверстие диаметром 0,2÷0,8 мм, разгоняется до скорости порядка 300÷900 м/мин, смешивается с абразивом и под высоким давлением (200÷900 МПа) направляется на разрезаемую поверхность. В результате процесса гидроабразивной резки образуются отходы в виде шлама, содержащего абразив, частицы разрезаемого материала и воду. Шлам обезвоживается, а сухой остаток складывается на предприятии. В подобных процессах абразив используют однократно.

Ознакомление с литературой по использованию отходов не дает достаточной информации по утилизации отходов гидроабразивной резки, что может быть связано с отсутствием интереса к отходам, образующимся в небольших количествах, а также с относительной новизной технологии гидроабразивной резки. Считаем, что наряду с так называемыми много тоннажными отходами промышленности, отходы, образующиеся в умеренных количествах, также могут заполнить нишу ресурсного дефицита в производстве того или иного материала.

В качестве абразива используется гранатовый песок, по минеральному составу состоящий преимущественно из альмандина $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$. Альмандин – железисто-алюминиевый гранат вишнево-красного цвета с высокой твердостью – 7÷8 по шкале Мааса, высокой плотностью - 4,1...4,3 г/см³. Спайность альмандина несовершенна, обладает магнитными свойствами и парамагнитной вращательной силой. Альмандин обладает высокой устойчивостью к разрушению, отсутствием токсичности по отношению к человеку и окружающей среде. Большая часть гранатового абразива производится в Индии, Австралии, ЮАР и Китае. Кроме альмандина в

минеральном составе присутствуют пироп (образует с алмандином изоморфный ряд), ильменит и кварц.

Мы исследовали гранатовый песок одного из основных российских поставщиков, который является разработчиком ТУ на гранатовый абразив. Влажность песка составила 1,5%, насыпная плотность – 2,31 г/см³, плотность зерен – 4 г/см³, - 39,29%. Песок представлен двумя фракциями: частный остаток на сите 0,315 мм – 75,6%, на сите 0,16 мм – 24%. Модуль крупности равен 1,75, пылевидных и глинистых частиц не обнаружено. [1]

Исследования абразива проходили согласно ГОСТ 8735-88 «Песок для строительных работ. Методы испытаний». Согласно ГОСТ 8736-2014 «Песок для строительных работ. Технические условия» абразив можно характеризовать как обогащённый мелкий песок I класса.

Накопление отходов, образующихся при резке стали, для одной установки гидроабразивной резки средней мощности (NC3015, предприятие ООО "СК Модуль", Химки) составило примерно 200 кг в сутки, в пересчете на сухую часть отходов с учетом полезного времени работы установки. Влажность отходов составила 12,5% после 19 часов отстаивания.

Исследование сухой части отходов (проводилось согласно ГОСТ 8735-88) дало следующие результаты: истинная плотность - 3,7 г/см³, насыпная плотность - 2,2 г/см³. По сравнению с исходным абразивом резко меняется гранулометрический состав: практически исчезает остаток на сите 0,315 мм, что говорит о разрушении частиц исходного абразива. Появляется большое количество мельчайших частиц. Модуль крупности равен 0,88. Такое изменение гранулометрического состава

объясняется еще и тем, что к мельчайшей пылевидной фракции присоединяются частицы разрезаемого металла. Пылевидная фракция была просеяна через сито 008, и остаток на нем составил 31%. То есть 69% частиц

пылевидной фракции имеют размеры менее 80 мкм, что соизмеримо с размерами частиц портландцемента. [2]

Микроскопическое исследование, выполненное на растровом электронном микроскопе FEIQUANTA, показало, что частицы размерами от 0,16 до 0,315 мм "щебне видные", неправильной формы, разного размера, и представлены претерпевшим разрушение гранатовым песком. Более крупные частицы разрушенных песчинок абразива покрыты мельчайшими частицами – продуктами разрушения самого абразива и подвергаемого резке металла. Структура мельчайших частичек преимущественно листовидная, слоистая, с острыми гранями

Со стороны химического состава подтверждается высокое содержание оксида железа Fe_2O_3 в отходах - более 35%. Оно может быть выше, чем в исходном абразиве за счет продуктов разрушения разрезаемого металла. Химический состав отходов подробно представлен таблице 2.

Комплексное исследование состава и свойств отходов гидроабразивной резки стали показало, что они представляют собой тонкие тяжёлые пески с высоким содержанием пылевидной фракции, в химическом составе которых, преобладают оксиды железа, кремния и алюминия. Такая характеристика отходов позволила наметить возможные пути их использования. В соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов (ФККО 2017) отходы песка при гидроабразивной резке черных и цветных металлов относятся к V классу опасности, то есть практически неопасным. По механизму образования и составу данные отходы соответствуют минеральным отходам и попутным продуктам, не утратившим природных свойств, сохраняющим химический и минеральный состав соответствующих горных пород и природных минералов, и, соответственно, можно опираться на соответствующие рекомендации по их подготовке и использованию [2]

Наиболее целесообразным на данном этапе исследования представляется использование данных отходов в производстве изделий строительной керамики, доля которых в современном строительстве будет возрастать. Причем, ввиду нарастающего дефицита кондиционного сырья, тенденцией является работа на искусственных многокомпонентных шихтах, в которых природное сырье составляет лишь малую долю, а основной объем приходится на вторичное сырье.

Для исследования поведения отходов при обжиге в составе керамической массы были изготовлены образцы-кубики с ребром 5 см. Использовалось кислое легкоплавкое (показатель огнеупорности = 1281°C)

Полиминеральное глинистое сырьё с технологической линии ОАО "Лосиноостровский завод строительных материалов и конструкций" следующего минерального состава: кварц - 49%, монтмориллонит - 25%, гидрослюда - 7%, микроклин - 5%, каолинит - 3%, гематит - 2%, анортит - 1%, аморфная фаза - 8%.

Химический состав глинистого сырья: Al_2O_3 –14,85%, SiO_2 – 65,08%, Fe_2O_3 – 11,65%, K_2O – 3,45%, MgO – 1,98%, TiO_2 – 1,51%, CaO – 1,24%, MnO_2 – 0,24%. Плотность глинистого сырья составила 2,3 г/см³. По пластичности глинистое сырьё относится к группе умеренно пластичных глин, а по чувствительности к сушке характеризуется как высокочувствительное с $\Pi = 86$ сек. По температуре и степени спекания сырьё относится к группе среднетемпературного спекания и неспекающегося глинистого сырья соответственно. Пробный состав керамической массы: 50% глины и 50% отходов (по массе) с водоотводом отношением 18%. Образцы высушивались при температуре 105°. а затем подвергались обжигу при 900°C.

После обжига не наблюдались деформации образцов, аномалии цвета. Образцы имели трещины, причина которых, как мы считаем, в агрессивности режима сушки для данного глинистого сырья. Средняя плотность образцов

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМН ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

после обжига составила 2,4 г/см³, фотопоглощения - 11,6%, предел прочности при сжатии - 13,47 МПа, что соответствует марке 125. Цвет образцов - красный.

Известно, что алмадин при температуре выше 900°C разлагается с образованием ферро - магнитного королька из герциния, железистого кордиеритовая и фаялита [2]. Этот возможный процесс при формировании керамического черепка требует дополнительного исследования.

Для исследования поведения отходов при температуре обжига выше 900°C в составе керамической массы были изготовлены образцы-кубики с ребром 4 см. Использовалось кислое легкоплавкое глинистое сырьё с технологической линии ОАО " Галинский Керамический Завод". Пробные составы керамических масс: 20% глины и 80% отходов, 40% глины и 60% отходов, 65% глины и 35% отходов, а также чистое глинистое сырьё (100% глины). Водотвёрдое отношение для всех составов с отходами составило 18%. Водотвёрдое отношение для чистого глинистого сырья, необходимого для достижения нижнего предела пластичности, составило 25%. Образцы высушивались при температуре 60.°С., а затем подвергались обжигу при 950°C. После обжига у образцов, в составе которых были отходы, не наблюдалось деформаций, трещин, признаков пережога и аномалий цвета.

Предварительные исследования позволяют сделать выводы о возможности использования отходов гидроабразивной резки стали для изготовления керамических изделий в качестве полифункциональной добавки: флюса (плавня), пигмента для окрашивания керамического черепка (ввиду наличия хромофоров - оксида железа и вишнево-красного минерала - алмадина).

Библиографический список

1. Землянушнов Д. Ю., Орешкин Д. В., Сканави Н. А. Методика экологической оценки применения отходов мрамора в производстве строительной керамики // Научное обозрение. 2014. №7. С. 661-664
2. Минералы. Диаграммы фазовых равновесий. Выпуск. 1. / под ред. Ф. В. Чухрова, И. А. Островского, В. В. Лапина – М.: Изд-во «Наука», 1974. – С. 139, 311.

Оригинальность 77%