

Е.А. Зверев, В.А. Голубев

E.A. Zverev, V.A. Golubev

Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Perm National Research Politechnic University

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КАРБОНАТНЫХ ОТХОДОВ ЮЖНО-ЧУСОВСКОГО КАРЬЕРА

EXPERIENCE IN RECYCLING CARBONATE WASTE OF SOUTH-CHUSOVSKOE QUARRY

Приведено описание проблемы использования карбонатных отходов в Пермском крае. Рассмотрены области применения известняка мелкой фракции (менее 10 мм). Изложены результаты экспериментального определения возможности получения качественной извести из низко-сортного сырья.

Ключевые слова: известняк, карбонатные отходы, мелкая фракция, известняковая мука, температура обжига, активность извести.

The article describes the problems of using carbonate waste in Perm region. The scope of application of limestone fines (less than 10 mm) are reviewed. The results of the experimental determination of the possibility of obtaining high-quality lime from low-grade materials.

Keywords: limestone, carbonate wastes, fine fraction, limestone flour, baking temperature, activity of lime.

Проблемами комплексного использования минерального сырья, разработками новых технологий с использованием отходов, а также повышением эксплуатационных характеристик продуктов, получаемых таким способом, сегодня занимаются многие отечественные исследователи. Несмотря на наличие довольно значительного массива научных исследований и практических разработок, связанных с получением качественных продуктов из отходов промышленности, рано говорить о том, что имеющиеся проблемы нашли полное разрешение и единодушно восприняты исследователями [1].

На сегодняшний день существует проблема утилизации отходов дробления известняка. Эти отходы по разным оценкам составляют порядка 10–18 % от общего количества дробимого материала. Мелкая фракция (менее 10 мм) непригодна для обжига в шахтной печи и поэтому складывается в насыпи, которые располагаются в непосредственной близости от карьеров и зачастую

рек водоемов и др. Только в Пермском крае ежегодно добывается 1700 тыс. т известняка, из них 300 тыс. т отправляется в отвал. Таким образом, за 50 лет на территории области образовалось в общей сложности 15 млн т отходов, которые представляют серьезную угрозу экологической безопасности региона.

В настоящее время на территории Пермского края сосредоточено огромное количество отходов, которые можно использовать в качестве исходного сырья при производстве каких-либо продуктов. Проблемы утилизации отходов являются важнейшими для региона.

Нами была поставлена цель выявить возможности дробления известняка. Для выполнения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- проведение литературного обзора в поставленной теме,
- изучение свойств исходного сырья,
- экспериментальное выявление возможности использования карбонатных отходов для получения продукта.

Рассмотрим области переработки известняка:

1. *Применение известняковой муки в сельском хозяйстве.* Мука известняковая (доломитовая) широко применяется в сельском хозяйстве для известкования кислых почв и обогащения растений кальцием и магнием, для улучшения природных свойств и качества почвы. Почва после добавления муки становится более рыхлой, усиливается жизнедеятельность полезных для возделывания культур микроорганизмов, повышается эффективность вносимых удобрений [2].

Использование карбонатных отходов дробления известняка для производства известняковой муки, применяемой в сельском хозяйстве, не представляется целесообразным в связи с высокими требованиями к содержанию карбонатов кальция и магния. Промышленные известковые удобрения должны содержать не менее 85 % CaCO_3 и MgCO_3 .

2. *Применение известняка в сухих строительных смесях.* Известняковые фракции (от 0,0 до 2,0 мм) применяются в качестве наполнителя для сухих строительных смесей (клеевых составов, шпатлевок, штукатурок, строительных растворов). Применение известняковых фракций целесообразно для корректировки гранулометрического состава смесей. Известняковая мука (размер фракции 0,0–0,1 мм) придает пластичность и легкость переработки растворам. Применение молотого известняка в качестве наполнителя приводит к улучшению прочностных характеристик смеси, повышается когезия [3].

В то же время использование карбонатных отходов дробления известняка для производства наполнителя в сухих строительных смесях не представляется целесообразным в связи с высоким содержанием примесей. К приме-

ру, содержание пылевидных и глинистых частиц в карбонатных отходах Южно-Чусовского месторождения составляет порядка 7–10 %.

3. Применение известняка в дорожном строительстве. Широкое применение молотый известняк получил в дорожной отрасли, он является неотъемлемой частью асфальтобетона (до 18 % асфальтобетонных смесей, АБС). На долю молотого известняка приходится до 90–95 % суммарной поверхности минеральных зерен, входящих в состав АБС. Основное назначение минерального порошка здесь заключается в переводе объемного битума в тонкопленочное состояние. Совместно с битумом минеральный порошок образует структурированную дисперсную систему, которая и выполняет функцию вяжущего материала в асфальтобетоне.

Другое назначение минерального порошка в дорожном строительстве – заполнение мелких пор более крупными частицами. Таким образом, присутствие необходимого количества молотого известняка способствует повышению плотности минерального состава, и следовательно, повышению плотности АБС [4].

Использование карбонатных отходов дробления известняка для производства минерального порошка асфальтобетонных смесей не представляется целесообразным в связи с высоким содержанием глинистых примесей. Так, для неактивированного минерального порошка содержание глинистых примесей (в том числе полуторных окислов $Al_2O_3 + Fe_2O_3$) не должно превышать 5,0 (1,7) %.

Получение извести. Для производства извести используются осадочные карбонатные горные породы, состоящие из углекислого кальция, углекислого магния и различных примесей, а также отходов некоторых производств. Карбонатные породы с содержанием углекислого кальция $CaCO_3$ не менее 70 % называются известняками.

Использование карбонатных отходов дробления известняка для производства извести ограничивается высоким содержанием глинистых примесей. Это связано с тем, что глинистые примеси обволакивают зерна кальцита и в процессе обжига спекаются и не дают полноценно пройти процессу декарбонизации. Данная проблема легко решается помолом известняка перед обжигом.

На основе предварительного анализа эффективности переработки и получения различных видов продукта был сделан вывод о наибольшей эффективности использования отходов дробления известняка для получения строительной извести. Исходя из этого было решено поставить эксперимент с целью подтверждения возможности получения строительной извести.

Объектом исследования были выбраны отходы дробления Южно-Чусовского карьера (г. Чусовой). В ходе работы были проведены испытания сырьевых материалов (табл. 1).

Таблица 1

Результаты испытаний известняка

Частные остатки на ситах, мас. %							Истинная плотность, кг/м ³	Насыпная плотность, кг/м ³	Содержание пылевидных и глинистых частиц, %
20	10	5	2,5	1,25	0,63	дно			
6,20	18,15	22,40	17,85	6,65	6,20	22,55	2,75	1,53	8,5

На основе на литературных данных был сделан вывод о зависимости конечных параметров строительной извести от размерных характеристик фракций обжигаемого материала. Одной из таких характеристик является удельная поверхность. Для оптимизации состава и усреднения размерных характеристик фракций в объеме материала было проведено его тщательное измельчение в шаровой лабораторной мельнице. Результаты измельчения представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты определения удельной поверхности известняка

Номер опыта	Время измельчения известняка в шаровой мельнице, мин	$S_{уд}$, см ² /г	$S_{уд}^{ср}$, см ² /г
1.1	60	2797	2798 (≈ 2800)
1.2		2806	
1.3		2791	
3.1	300	4191	4202 (≈ 4200)
3.2		4210	
3.3		4204	

Для выявления возможности получения строительной извести из отходов дробления карбонатных пород был проведен эксперимент. Для выявления зависимости конечных свойств продукта от исходных параметров материала были выбраны три фактора на двух уровнях:

- X1 – температура обжига, уровни – 950 и 1050 °С;
- X2 – время обжига, уровни – 60 и 100 мин;
- X3 – удельная поверхность материала, уровни – 2800 и 4200 см²/г.

Функции отклика:

- суммарное содержание активных CaO и MgO,
- содержание активного MgO,
- температура и время гашения.

Результаты эксперимента представлены в табл. 3 и на рис. 1–3.

Результаты эксперимента

№ п/п	Удельная поверхность $S_{уд}$, см ² /г	Температура обжига, °С	Время обжига, мин	CaO + MgO, %	MgO, %	Температура гашения, °С	Время гашения, мин/с
1	2800	950	60	54,52	22,0	66	1/10
2	2800	950	100	63,51	24,0	54	2/13
3	2800	1050	60	63,80	23,2	64	1/32
4	2800	1050	100	72,79	20,4	64	2/34
5	4200	950	60	66,12	22,8	40	5/10
6	4200	950	100	75,11	22,0	50	6/05
7	4200	1050	60	74,24	28,8	66	1/34
8	4200	1050	100	76,85	17,2	62	2/27

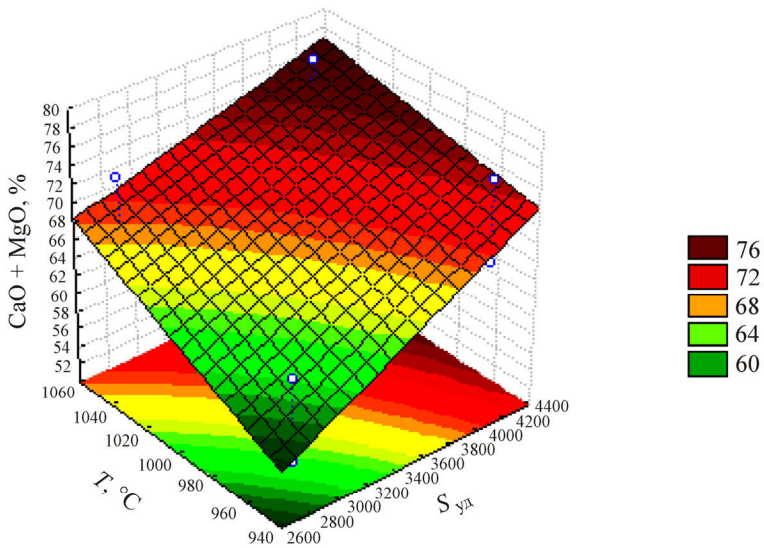


Рис. 1. Зависимость суммарной активности от температуры обжига и удельной поверхности в программном комплексе Statistica

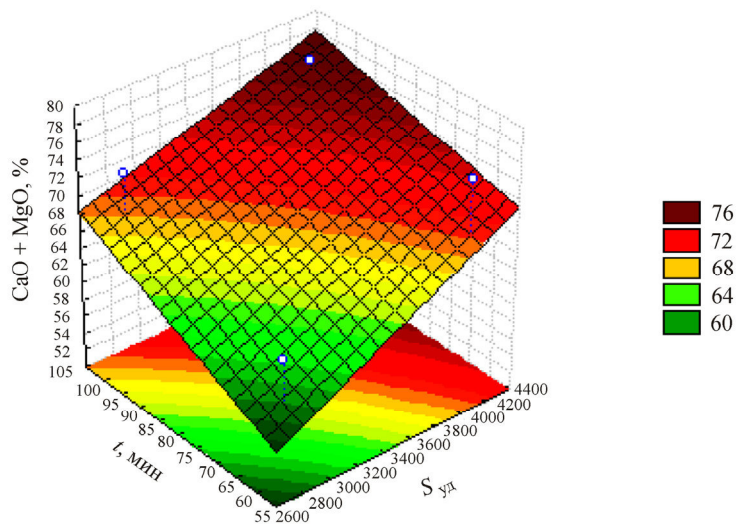


Рис. 2. Зависимость суммарной активности от времени обжига и удельной поверхности

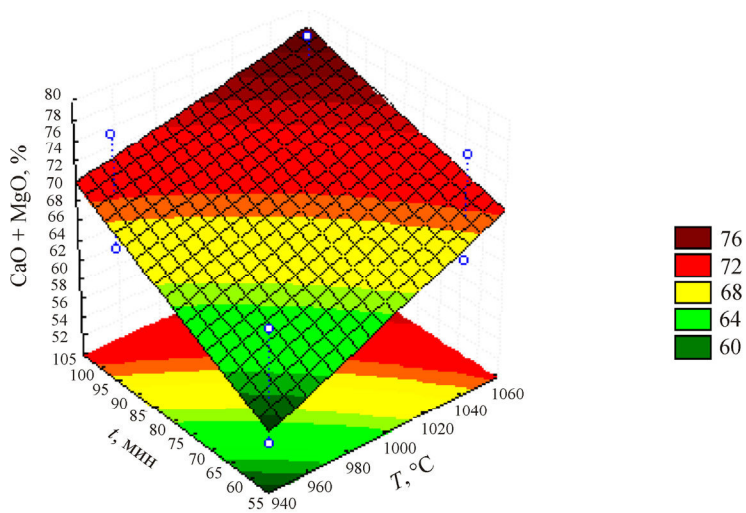


Рис. 3. Зависимость суммарной активности от времени и температуры обжига

Таким образом, можно сделать вывод, что при правильном подборе режима теплообработки сырья можно получать магниальную и доломитовую известь 1-го и 2-го сорта [5].

При использовании данного сырья появится возможность не только получать качественную известь, но и улучшить технико-экономические показатели продукта, а также утилизировать отходы горнодобывающей промышленности.

ленности, что в свою очередь поможет улучшить экологическую обстановку региона.

В заключении необходимо отметить, что результаты обстоятельных научных исследований в области комплексного использования минерального сырья и практика промышленного производства строительных материалов позволяют утверждать, что в ближайшие 10–20 лет мы будем свидетелями постепенного вытеснения техногенным сырьем природного, появления новых ресурсосберегающих технологий и увеличения номенклатуры строительных материалов с высокими эксплуатационными характеристиками.

Список литературы

1. Боженков П.И. Комплексное использование минерального сырья и экология. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 1994. – 264 с.
2. Аналитической информации портал химической промышленности Newchemistry.ru. – URL: www.newchemistry.ru.
3. Официальный сайт компании ООО «Дамар Технология». – URL: <http://damar74.narod.ru>.
4. Обогащение полезных ископаемых. Комплексное использование сырья, продуктов и отходов обогащения: учеб. пособие / В.Г. Харитонов [и др.]; КузГТУ. – Кемерово, 2006. – 327 с.
5. ГОСТ 22688–77. Известь строительная, методы испытаний, утвержден и введен в действие постановлением Государственного комитета Совета Министров СССР по делам строительства от 29 июля 1977 г. № 109. – Взамен ГОСТ 9179–70. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 18 с.

Получено 18.12.2012

Зверев Елисей Алексеевич – магистрант, ПНИПУ, СТФ, ПСК-11мо, e-mail: zea_smst@mail.ru.

Голубев Виктор Алексеевич – кандидат технических наук, доцент, ПНИПУ, e-mail: dekstf@pstu.ru.