

А.В. АРТАМОНОВ, канд. техн. наук, ЗАО «Урал-Омега»  
(г. Магнитогорск Челябинской обл.); М.С. ГАРКАВИ, д-р техн. наук,  
Магнитогорский государственный технический университет

## **Применение центробежно-ударных измельчителей в производстве извести**

Для обжига известняка при производстве строительной воздушной извести наибольшее распространение получили шахтные печи различной конструкции. При этом эффективность работы печного агрегата независимо от его конструктивных особенностей в значительной степени зависит от зернового состава сырья и способа подготовки для обжига.

Скорость и степень процесса декарбонизации зависит не только от размера обжигаемых кусков карбонатной породы, но и от состояния их поверхности. Это обусловлено тем, что декарбонизация является типичным твердофазным процессом, протекающим на границе раздела фаз, причем образование зародышей и рост кристаллов СаО определяется концентрацией активных центров на поверхности исходного карбоната кальция [1].

Действенным средством раскрытия дефектов, увеличения концентрации и повышения свободной энергии поверхностных центров является использование при измельчении исходного известняка энергонапряженных измельчителей, к которым относятся центробежно-ударные дробилки ДЦ, поставляемые ЗАО «Урал-Омега» [2].

Частицы материала измельчаются исключительно путем свободного удара о бронеплиты, что сказывается на форме частиц получаемого продукта. Частицы дробленого материала однородны по форме, что способствует улучшению аэродинамики зернистого слоя.

Основной особенностью этих дробилок является наличие в них газового подшипника, заменившего систему традиционных опорных подшипников и жидкой смазки. Это позволило увеличить окружные скорости до 100–120 м/с и таким образом разрушать материалы любой крепости. Применение газового подшипника позволило создать самобалансирующуюся систему рабочих органов дробилки, обеспечивающую гашение возникающих дисбалансов. Благодаря этому дробилка ДЦ имеет низкий уровень вибрации, что в сочетании с малыми металлоемкостью и массой позволяют размещать ее на легких фундаментах на любой отметке производственного здания. Съёмные изнашиваемые детали

дробилки ДЦ имеют малый износ, а благодаря незначительной массе (до 30 кг) время их замены не превышает 45–60 мин.

В данной работе рассмотрено влияние центробежно-ударного измельчения известняка и доломита на свойства получаемой при его обжиге строительной и доломитовой извести.

В качестве объекта экспериментального исследования были использованы известняк и доломит месторождения Белый Камень (Пермский край), химический состав которых приведен в табл. 1.

Указанные породы измельчены в центробежно-ударной дробилке с получением кускового материала фракций 5–10 и 10–20 мм. В качестве контрольных образцов использован кусковой материал тех же фракций, полученный измельчением указанных пород в щековой дробилке.

В работе [3] показано, что при центробежно-ударном измельчении изменяются физико-механические показатели перерабатываемых горных пород. Это возможно и при дроблении исследуемых пород, для которых установлено изменение их насыпной плотности и пустотности кускового материала (табл. 2 и 3).

Как следует из приведенных данных, материалы, измельченные в центробежно-ударной дробилке, обладают более высокой насыпной плотностью, что обусловлено кубовидной формой зерна [3]. Изменение насыпной плотности закономерно приводит к изменению пустотности материалов, которая определяется в данном случае более плотной укладкой кубовидных зерен.

Следует отметить значительное влияние способа дробления на пустотность известняка. Если применительно к доломиту использование центробежно-ударного измельчения позволяет уменьшить пустотность на 3–5%, то применение этого способа для дробления известняка позволяет уменьшить его пустотность на 13–21%. Это может быть обусловлено прочностными показателями карбонатных пород, которые рассмотрены ниже.

Увеличение однородности свойств карбонатных материалов центробежно-ударного измельчения улучшает

**Таблица 1**

**Химический состав карбонатных пород**

Порода	Массовая доля составляющих, %						
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	ППП	SO <sub>3</sub>
Известняк	0,53	0,15	0,3	53,28	2,65	42,83	0,09
Доломит	0,14	0,105	0,18	31,68	20,81	46,6	0,42

**Таблица 2**

**Влияние способа измельчения на насыпную плотность карбонатных пород**

Вид дробилки	Известняк		Доломит	
	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup> , для фракций, мм			
	5–10	10–20	5–10	10–20
Щековая	1141	1226	1435	1361
Центробежно-ударная	1396	1381	1475	1421

Таблица 3

Влияние способа измельчения на пустотность карбонатных пород

Вид дробилки	Известняк		Доломит	
	Пустотность, %, для фракций, мм			
	5-10	10-20	5-10	10-20
Щековая	55,3	52	44,4	47,3
Центробежно-ударная	45,4	46	42,9	45

Таблица 4

Влияние способа измельчения на дробимость карбонатных пород

Вид дробилки	Известняк		Доломит	
	Дробимость, %, для фракций, мм			
	5-10	10-20	5-10	10-20
Щековая	10,6	15,5	9,6	13,4
Центробежно-ударная	7,5	7,8	6,4	8,6

Таблица 5

Свойства продукта обжига известняка

Наименование показателя	Значение показателя в зависимости от вида измельчителя и размера кусков, мм			
	ДЦ		ДЦ	
	10-20	5-10	10-20	5-10
Непогасившийся остаток, %	3	4,5	0	3,17
Скорость гашения, мин	1	1,5	1	1,5
Максимальная температура при гашении, °С	99	99,5	99	99,5

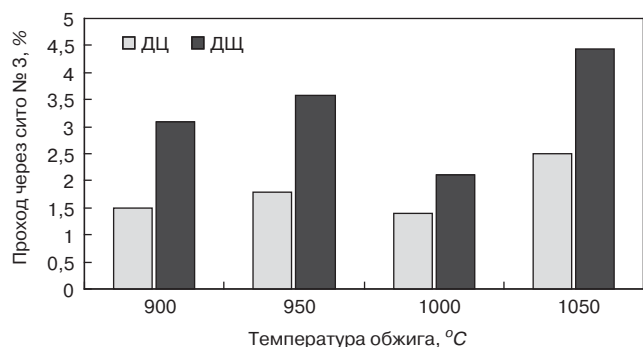


Рис. 1. Влияние температуры обжига на изменение зернового состава известняка фракции 10-20 мм

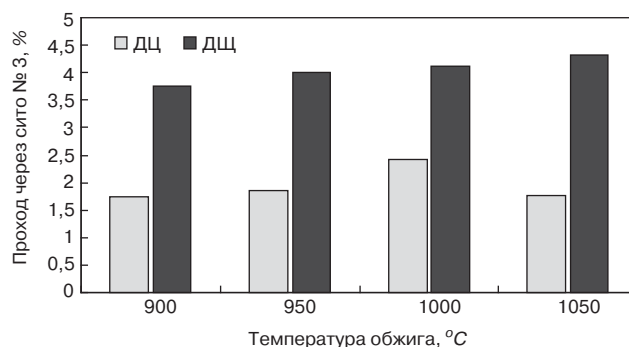


Рис. 2. Влияние температуры обжига на изменение зернового состава известняка фракции 5-10 мм

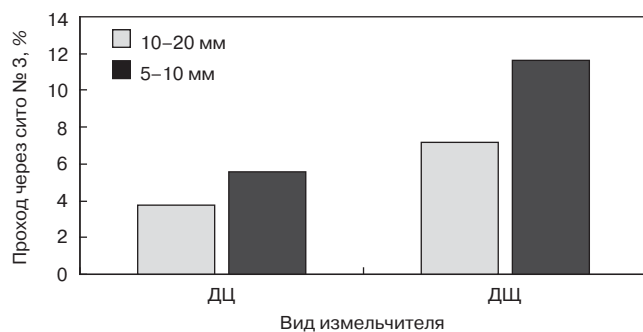


Рис. 3. Влияние способа измельчения на изменение зернового состава доломита

фильтрационные свойства зернистого слоя при его обжиге в шахтной печи, т. е. способствует повышению равномерности обжига и соответственно улучшает качество готового продукта [4].

Прочностные свойства дробленых карбонатных пород оценены по показателю их дробимости (табл. 4).

Материалы, полученные в центробежно-ударной дробилке, характеризуются более высокими прочностными показателями (дробимость ниже), что обусловлено кубовидной формой зерен. Прочность материала после измельчения в центробежно-ударной дробилке почти в два раза превышает аналогичный показатель материала, полученного в щековой дробилке. Это чрезвычайно важный показатель для сырья, обжигаемого в шахтных печах, где не должно быть измельчения материала при его движении по шахте.

Влияние способа измельчения отражается в изменении гранулометрического состава известняка в процессе обжига при различной температуре (рис. 1, 2). Независимо от размера кусков исходного материала наименьшие изменения зернового состава характерны для известняка, измельченного в центробежно-ударной дробилке. Этот результат хорошо согласуется с физико-механическими характеристиками (табл. 4).

Следует отметить, что наилучшие результаты достигаются при обжиге известняка фракции 10-20 мм, измельченного в центробежно-ударной дробилке.

Свойства продукта обжига доломита

Наименование показателя	Значение показателя в зависимости от вида измельчителя и размера кусков, мм			
	ДЦ		ДЦ	
	10–20	5–10	10–20	5–10
Потери при прокаливании, %	1,06	1,61	0,96	1,47
Скорость гашения, мин	3	3	5	5
Максимальная температура при гашении, °С	71	68	68	66

При обжиге доломита для получения доломитовой извести наиболее полная диссоциация независимо от способа измельчения достигается его обжигом при температуре 950°С фракции 10–20 мм, измельченного в центробежно-ударной дробилке.

Поскольку доломит обладает более высокой прочностью (табл. 4), при его обжиге изменение зернового состава незначительно, особенно у доломита, измельченного в центробежно-ударной дробилке (рис. 3).

Свойства строительной воздушной извести, полученной при обжиге известняка, измельченного в различных дробилках, приведены в табл. 5.

Активность извести, определенная на усредненных пробах, составила  $A_{cp} = 96,56\%$ ; фактическая степень карбонизации  $x_{cp} = 0,983$ .

Анализ данных табл. 5 показывает, что строительная воздушная известь, полученная из сырья, измельченного в центробежно-ударной дробилке, имеет более высокое качество (меньше непогасившийся остаток). Это свидетельствует о более равномерном обжиге материала, что обусловлено однородной формой зерен.

Свойства доломитовой извести из сырья, измельченного в разных дробилках, приведены в табл. 6. Анализ

данных позволяет сделать вывод, что применение центробежно-ударной дробилки способствует повышению качества готового продукта.

Таким образом, проведенные исследования показали высокую эффективность применения центробежно-ударных дробилок для подготовки сырья при производстве извести.

**Ключевые слова:** центробежно-ударная дробилка, известняк, доломит, известь, измельчение.

#### Список литературы

1. Браун М., Доллимор Д., Галвей А. Реакции твердых тел. М.: Мир, 1983. 360 с.
2. Кушка В.Н. Кубовидный щебень. Девять лет спустя // Строительные материалы. 2010. № 6. С. 20–21.
3. Воронин К.М., Гаркави М.С., Кушка В.Н. О возможностях получения высококачественного щебня // Строительные материалы. 1998. № 2. С. 12–13.
4. Kocabiyik S., Kadirgan N. Effect of temperature and type of ash on amount of impurities in lime // Cement, lime, gypsum. 2008. № 1. Pp. 63–71.