

УДК 622.723

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИЗВЕСТНЯКА И ДОЛОМИТА ДОНБАССА

**Курский А. В.**, студент группы ОПИ-14 ГОУВПО «ДОННТУ»,  
**Букин С. Л.**, проф. каф. ОПИ ГОУВПО «ДОННТУ», к.т.н., доцент.  
эл. адрес: s.bukin08@gmail.com

**Аннотация.** Рассмотрены направления применения таких неметаллических полезных ископаемых, как известняк и доломит. Приведены требования к гранулометрическому составу металлургических известняков и доломитов.

**Ключевые слова:** известняк, доломит, применение, требования, гранулометрический состав.

**Annotation.** The directions of application of such non-metallic minerals as limestone and dolomite are considered. The requirements for the granulometric composition of metallurgical limestones and dolomites are given.

**Key words:** limestone, dolomite, application, requirements, particle size distribution.

Неметаллические полезные ископаемые – наиболее разнообразный по составу, свойствам и использованию класс твердых полезных ископаемых. Значение их исключительно велико, так как невозможно назвать такую отрасль, где не применялись бы неметаллические полезные ископаемые и продукты их переработки. Важное место в использовании неметаллических полезных ископаемых занимают известняки и доломиты [1].

Известняк – осадочная горная порода, состоящая главным образом из кальцита, редко из арагонита, содержащая примеси обломочного и глинистого материала, доломита и органического вещества. Обломочный материал представлен кварцем, опалом, халцедоном, пиритом, оксидами железа, глауконитом, фосфоритом и др. Структура и текстура очень разнообразны. Известняк обычно

твердый и плотный (средняя плотность  $2,57 \text{ т/м}^3$ , у ракушечников  $1,2...1,5 \text{ т/м}^3$ ), пористость различна, предел прочности на сжатии  $94 \text{ МПа}$  и при растяжении  $9 \text{ МПа}$ . Химический состав чистого известняка приближается к теоретическому составу кальцита -  $56,04 \% \text{ CaO}$  и  $43,96 \% \text{ CO}_2$ .

Доломит – карбонатная порода, состоящая главным образом из одноименного минерала с примесью кальцита, иногда гипса, ангидрита, оксидов железа, глинистого материала. Физико-механические свойства близки к известняку. Структурно-текстурные особенности разнообразны. В чистом доломите содержится  $30,41 \% \text{ CaO}$ ,  $21,86 \% \text{ MgO}$  и  $47,73 \% \text{ CO}_2$ .

Между доломитами и известняками существует непрерывный ряд переходных карбонатных пород. Карбонатную породу с содержанием  $\text{MgO}$  более  $11\%$  относят к доломиту.

Известняк весьма распространенная и довольно сложная по составу горная порода. Он встречается на всех материках, кроме Австралии. Мировая добыча известняков превышает  $3 \text{ млрд. тонн}$ . Украина до последнего времени полностью обеспечивала себя этим сырьем и удовлетворяла потребности металлургии России, Грузии, частично – Польши, Словакии. Основная часть запасов известняков расположена в Донецкой области. Все месторождения известняка разрабатываются открытым способом. Снижение добычи и производства известняка в СНГ в последние годы объясняется экономическим кризисом в целом и металлургической промышленности в частности. Однако требования к качеству потребляемого известняка остаются по-прежнему высокими.

Главным районом разведанных запасов флюсовых известняков Украины, является зона сочленения юго-западной части Донецкой складчатой структуры с Приазовским блоком Украинского щита [2]. Здесь сконцентрированы  $38\%$  разведанных запасов флюсовых известняков и  $20\%$  известняков доломитизированных. Продуктивной является моноклинально залегающая известняково-доломитная толща турнейского и визейского ярусов нижнего карбона мощностью до  $500 \text{ м}$ . Мощность карбонатной толщи колеблется от нескольких до  $100$  и больше метров. Основным поставщиком известняка для конвертерного про-

изводства является Комсомольское рудоуправление. Его сырьевая база представлена Каракубским месторождением флюсовых известняков. Действующие карьеры – «Северный», «Южный», «Жеголевский». Карьер «Дальний» полностью отработан и затоплен. Запасов Каракубского месторождения хватит до 2020 года при достигнутой мощности предприятия в 7 млн. тонн сырого известняка в год. Пополнение дефицита высококачественного флюсового сырья планируется за счёт введения в эксплуатацию Родниковского месторождения. Мощность полезного ископаемого составляет 72,4 м на Восточном участке месторождения и 90,3 м – на Западном (подсчитаны запасы до горизонта – 7 м).

Известняк используется во многих отраслях производства (табл. 1):

- в химической промышленности – для производства соды, минеральных удобрений, карбида кальция, очистки нефтепродуктов;
- сахарной отрасли – для очистки сахара;
- стекольной промышленности – для производства термически устойчивого стекла;
- в строительстве – в качестве материалов для изготовления цемента, облицовочного камня, изготовления извести;
- черной металлургии – как флюсующая добавка при выплавке рудного материала с целью образования легкоплавких шлаков.

Таблица 1 - Требования отраслей промышленности к качеству известняков

Качественные показатели известняков, %	Доменное производство	Металлургическая промышленность	Сталеплавильная и ферросплавная пром-сть	Производство строительной извести	Производство цемента
CaO	52,7	50,0	51,0	47,6	45,0
MgO	1,2	3,5	51,0	3,36	2,0-4,0
SiO <sub>2</sub>	2,5	4,0	-	8,0	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,47	3,0	-	3,0	-
S*10-2	5,6	3,5	-	-	7,0-13,3
P*10-3	3,0	6,0	-	-	20,0-44,0

Большая часть добываемого флюсового известняка потребляется в черной металлургии в следующих переделах - агломерационном, доменном и сталеплавильном. Флюсовый известняк - один из важнейших компонентов в процессе металлургического производства. Флюсы являются обязательным ингредиентом для производства агломерата, необходимы для работы доменных печей. Известняк также обжигают на известь для конверторного производства.

В качестве флюса обычно выбирают материал с противоположными свойствами по отношению к пустым породам, находящимся в рудах. Применяется в качестве флюса при производстве чугуна, стали и ферросплавов для извлечения и перевода в шлаки балластных (кремнезем и глинозем) и вредных (фосфор и сера) примесей руды и золы топлива. В доменном производстве используются известняки, доломитовые известняки и доломиты, в сталеплавильном и ферросплавном – известняки и известь. В связи с тем, что мартеновское производство стали все больше заменяется конвертерным, потребность в известняках с низким содержанием примесей, пригодных для выпуска конвертерной извести, увеличивается. Для производства флюсов наиболее пригодны мелкозернистые, малопористые, относительно крепкие известняки.

Доломиты в металлургии применяются также как огнеупорный материал (в сыром и обожжённом виде).

Флюсовые известняки получают путем добычи, дробления и обогащения карбонатного сырья. В зависимости от химического и фракционного состава их разделяют по маркам и сортам.

В цветной металлургии известняк и известь используются в качестве флюса и технологического сырья (например, при получении металлического магния в результате восстановления магния ферросилицием). На медеплавильных предприятиях известняк – это флюс при плавке руды, а известь – основа для получения известкового молока, применяемого при флотации. Известняки и известь используют также при выплавке и обогащении никелевых (окисленных), свинцовых, сурьмяных и оловянных руд, при рафинировании цветных металлов и цианировании золота и серебра.

Чистые известняки требуются для получения термическим способом металлического кальция, который используется в производстве различных сплавов и как восстановитель при изготовлении высококачественных тугоплавких металлов.

В производстве металлического магния из рассолов соляных озёр известняки применяются для приготовления известкового молока, используемого для получения гидроксида магния, который после прокаливания и получения MgO хлорируется, а безводный хлористый магний подвергается электролизу.

В химической промышленности в большом количестве применяются известняк и мел. До 80 % добытого сырья идет на производство кальцинированной соды, являющейся исходным продуктом для получения соды кристаллической, питьевой и каустической. В меньших масштабах известняки используются в химической промышленности для получения карбида кальция, хлористого кальция, бората кальция, хлорной извести, химически осаждённого мела, кормового преципитата, при производстве резины, суперфосфата, азотных удобрений, гидроксида кальция и т. д.

В сельском хозяйстве известняк, доломит, реже мел и мергель используются для известкования кислых почв, а также известняк и мел – в качестве минеральной подкормки сельскохозяйственных животных и птиц. Известняковая мука используется как минеральная добавка в комбикормах и для подкормки сельскохозяйственных животных и птиц. Мука восполняет недостаток карбоната кальция, который необходим для построения скелета, скорлупы яиц, клюва и когтей. Карбонатная подкормка улучшает рост животных и птиц, повышает их привес и продуктивность. Для этих целей пригодны маломagneзиальный известняк, мел и морская ракушка, которые применяются в виде известняковой или меловой муки, крошки и ракушечной крупки.

В стекольном производстве используются преимущественно доломит и меньше известняк, мрамор и мел. Оксид магния повышает химическую устойчивость и механическую прочность стекла, понижает его способность к кри-

сталлизации, увеличивает прозрачность, уменьшает коэффициент расширения, снижает рабочую температуру при формовке.

Оксид кальция придаёт стеклу термическую стойкость и устойчивость против воздействия химических реагентов и выветривания, но одновременно повышает склонность стекла к кристаллизации.

В производстве стекла используются чистые однородные известняки и доломиты, имеющие постоянный химический состав и содержащие минимальное количество примесей. Особенно жестко лимитируется содержание оксидов железа, которые окрашивают стекло в зеленый, бурый, желтый и красноватый тона.

В производстве сахара используют известь и углекислый газ, получаемые в результате обжига известняка. Из извести готовят известковое молоко, которым очищают горячий свекловичный сок от растворимых в воде примесей (белковых частиц, фосфорной и щавелевой кислот и др.). После этого в сатураторах раствор сока насыщается углекислым газом с целью удаления из него излишней свободной извести. В результате сатурации образуется тонкозернистый порошок  $\text{CaCO}_3$ , активно поглощающий из сока оставшиеся органические вещества и выводящий их в осадок. Затем свекловичный сок для лучшей очистки подвергается повторной сатурации.

В целлюлозно-бумажной промышленности при производстве целлюлозы используются известняк и известь, в гидролизных процессах и в качестве наполнителя бумаги – известняк и мел. Известняк применяется также для отбеливания целлюлозы. При производстве обёрточной бумаги и картона известковое молоко может заменять щёлочь. Требования к качеству известняка и мела для целлюлозно-бумажной промышленности существенно изменяются в зависимости от технологии производства.

В резинотехнической, кабельной, лакокрасочной, полимерной промышленности используется мел как наполнитель. Взамен природного мела в этих отраслях, а также в парфюмерно-косметической, медицинской и электронной применяется и химически осаждённый мел, который получают путем карбони-

зации известкового молока диоксидом углерода. Для производства наполнителя используется также тонкомолотый известняк, в качестве наполнителей лаков и красок может использоваться и доломит. Основными требованиями к известняку и мелу как сырью для наполнителя являются белизна, малое количество нерастворимого остатка, почти полное отсутствие марганца, меди, щелочей и высокое содержание кальцита.

Мел как наполнитель наиболее широко применяется при производстве резины, а также при получении кожзамениелей, клеёнки, линолеума.

Для получения минеральной ваты можно применять известняк, мел, мергель и доломит. Предпочтительнее доломит, особенно глинистый. Шихта обычно двухкомпонентная и состоит из смеси карбонатной породы и глины.

Среди других направлений использования карбонатных пород следует отметить:

- применение известняка и мела в нефтяной промышленности в качестве утяжелителя промывочных жидкостей и мела как частичного заменителя в них глины;
- использование доломитовой муки или обожжённого доломита (абразива) для полирования стекла, никеля, бронзы, меди и других материалов;
- применение мела в покрытиях электродов для электродуговой сварки;
- использование доломита в фарфоро-фаянсовом производстве, в шихте для получения глазурей и в электрокерамическом производстве для изготовления глазурей, применяемых для покрытия изоляторов.

ГП «Докучаевский флюсо-доломитной комбинат» («ДФДК») — одно из крупнейших горно-обогатительных предприятий СНГ по добыче и обработке флюсовых известняков и доломитов, крупнейший производитель обожжённого металлургического доломита и единственный в Украине комбинат по производству порошков для конвертерных огнеупоров. Годовая производственная мощность комбината составляет 9,2 млн. тонн сырья, 7,65 млн. тонн готовой продукции. Ранее ОАО «Докучаевский флюсо-доломитной комбинат» входил в Горнорудный дивизион Группы Метинвест.

На дробильно-обогащительных фабриках «ДФДК» перерабатываются известняки обычные и доломитизированные, а также доломиты Еленовского и Стыльского месторождений. Разрабатываются месторождения четырьмя карьерами «Центральный», «Доломитный», «Восточный» и «Стыльский».

Основной продукцией ГП «ДФДК» являются флюсовый известняк и доломиты следующих марок [3-6]:

- Ч-1, Ч-2, ЧДУ-1, ЧДУ-2 – флюсовый известняк, предназначенный для доменного производства;
- Ф-1, Ф-2 – флюсовый известняк, который используется для ферросплавного производства;
- С-1, С-2 – флюсовый известняк, который применяется для сталеплавильного производства;
- КДУ-1, КДУ-2 – флюсовый известняк, который используется для конвертерного производства стали;
- ИС – флюсовый известняк, предназначенный для производства извести для сахарной промышленности;
- Т-1, Т-2 – для производства технологической извести в цементной и других отраслях промышленности.
- ДСМ-1, ДСМ-2 - доломит сырой металлургический применяется для обжига на металлургический доломит и для заправки двухванных и мартеновских печей;
- ДФ-1, ДФ-2 - доломит флюсовый предназначен для использования в черной металлургии в качестве флюса, а также для подсыпки порогов мартеновских и двухванных печей;
- ДМ-1, ДМ-2 - доломит маложелезистый предназначен для использования в металлургической и других отраслях промышленности;
- ДОМ-1, ДОМ-2, ДОМ-5 - доломит обожжённый металлургический, полученный путём высокотемпературного обжига сырого доломита во вращающихся и шахтных печах, предназначен для ремонта и заправки сталеплавильных печей;



- ОДФ-К, ОДФ-Д - флюс доломитовый ожелезненный предназначен для использования в качестве флюса в черной металлургии;

- доломитовая мука полуобожжённая предназначена для использования в чёрной металлургии, других отраслях промышленности и в производстве асфальтовых смесей.

Особо жёсткие требования предъявляются к известняку, предназначенному для производства извести, применяемой при выплавке конвертируемой стали и спецсталей. Технические условия на известняки, предназначенные для выплавки мартеновских, томасовских, литейных чугунов и доменных ферросплавов, устанавливают высокое содержание карбоната. Для известняков, используемых при выплавке высококачественных чугунов, предусматривают не только ограничения по содержанию кремнезема, но по содержанию серы и фосфора.

Достаточно жёсткие требования предъявляются и к гранулометрическому составу продукции из известняков и доломитов, приведенные в табл. 2.

Таблица 2 – Требования к гранулометрическому составу

Марка	Крупность куска (класс), мм	Допускаемое содержание кусков крупностью, %, не более	
		ниже нижнего предела	выше верхнего предела
Ч-1, Ч-2, ЧДУ-1, ЧДУ-2, Т-1, Т-2	0-5; 5-20; 5-25	-	20
Ч-1, Ч-2, ЧДУ-1, ЧДУ-2, Т-1, Т-2	15-40; 20-50; 40-80	15	20
С-1, С-2, КДУ-1, КДУ-2, Ф-1, Ф-2	15-40; 20-50; 40-80; 80-130	10	20
Т-1, Т-2	40-80; 80-130	10	20
ИС	40-80; 80-150	10	20
ДФ-1, ДФ-2	20-40	10	20
ДМ-1, ДМ-2	5-25	15	20
	20-50	10	20
ДОМ-1, ДОМ-2	2-20	3	5
ДОМ-5	0,3-4	7	10
ОДФ-К	5-40	7	10
ДМП	0-1	-	10

### Список литературы

1. Ляхов Г.М. Нерудные ископаемые: известняки, глины, обломочные горные породы. - М.: М-во про-сти стройматериалов РСФСР, 1948. 120 с.
2. Волкова Т.П., Рогаченко А.М. Исследование качества известняков с целью оптимизации отработки Родниковского месторождения / Наукові праці ДонНТУ. – Донецк, 2010.
3. Технические характеристики «Известняк флюсовый» (ТУ У 14.1-00192856-005-2003): <http://dfdk.ru/shop/>
4. Технические характеристики «Доломит флюсовый» (ТУ У 14.1-00191856-008:2007): <http://dfdk.ru/cart/>
5. Технические характеристики «Доломит сырой металлургический» (ГСТУ 322-14-006-97): <http://dfdk.ru/checkout/>
6. Технические характеристики «Доломит маложелезистый» (ТУ У 14.1-00191856-007:2005): <http://dfdk.ru/>

УДК 622.723

### **ФЛОКУЛЯНТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ОСВЕТЛЕНИЯ ШЛАМОВЫХ ВОД УГЛЕБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК**

**Кузнецов С. Г.**, студент группы ГЭМ-15 ГОУВПО «ДОННТУ»,  
**Букин С. Л.**, проф. каф. ОПИ, ГОУВПО «ДОННТУ», к.т.н. доцент.  
эл. адрес: [s.bukin08@gmail.com](mailto:s.bukin08@gmail.com)

**Аннотация.** Рассмотрены основные виды флокулянтов для осветления шламовых вод углебогатительных фабрик, выпускаемые в РФ и других странах. Определено основное направление повышения эффективности очистки шламовых вод.