

УДК 622.271.3.06: 553.042

Ю.В. Лаптев, В.Д. Кантемиров, А.В. Тимохин

КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА КАРЬЕРАХ УРАЛА

Рассмотрены возможности комплексного использования вскрышных пород габбро для производства минеральной ваты, гранитов и др. пород для производства кубовидного щебня. Предлагается использовать методы электроразведки для уточнения контуров сопутствующих ценных пород.

Ключевые слова: вмещающие горные породы, породы габбро-базальтовой группы, производство минерального волокна.

Подготовка новых минерально-сырьевых баз представляет собой сложный и длительный процесс, требующий значительных затрат труда и материальных средств, в то же время комплексное использование минеральных ресурсов на открытых горных работах может стать важным источником расширения минерально-сырьевой базы Урала и прежде всего промышленности строительных материалов при минимальных дополнительных капитальных вложениях.

Ежегодно в России под отвалы невосполнимо изымается из сельскохозяйственного производства более 2 тыс. га земель, при этом складирование горнопромышленных отходов осуществляется валовым способом перемешиванием некондиционных руд и пород, пригодных для производства строительных материалов, что исключает возможность их последующего использования.

Среди вмещающих горных пород особый интерес представляют породы габбро-базальтовой группы, пригодные для получения минерального волокна и изделий на его основе соответствующих всем требованиям стандартов. Наиболее часто породы

этой группы встречаются на открытых разработках Урала, севера европейской части России и Восточной Сибири. Корректирующие добавки (известняки и доломиты) необходимые для производства минерального волокна имеются практически во всех регионах России. Многие месторождения находятся вблизи источников потребления сырья, что позволяет сократить затраты на его транспортировку.

Актуальность вовлечения в переработку больших объемов пород габбро связана с задачами стоящими перед строительным комплексом РФ по увеличению объемов строительства и уменьшению теплопотерь зданий и сооружений. Одним из современных материалов, которые способствуют решению этих задач, являются минераловатные утеплители (минеральная вата) изготавливаемые на основе пород габбро-базальтовой группы. Минеральная вата обладает рядом уникальных характеристик: отличная тепло- и звукоизоляционная способность, стойкость к щелочным и кислым средам, к высоким и низким температурам, виброустойчивость и малый вес, 1 куб. м минераловатного утеплителя

в конструкции стены равноценен по теплоизолирующим свойствам 3 тыс. шт. глиняного кирпича. Организация производства достаточного количества теплоизоляционных материалов для всех видов гражданского и промышленного строительства из вскрышных пород габбро-базальтов может в значительной степени снизить объем инвестиций в развитие производства строительных материалов, в строительство и развитие топливно-энергетической базы.

В качестве сырья для производства минеральной ваты базальты, габбро и диабазы являются практически неисчерпаемым источником. Объем отечественного рынка продукции из минеральной ваты оценивается сегодня на уровне 450—500 млн. долларов США в год. Прогнозируемая емкость рынка такой продукции в финансовом выражении может превысить 1,5 млрд. долларов США. Если в настоящее время общая потребность в средствах теплоизоляции составляет около 12–15 млн куб. м, то по некоторым прогнозам к 2015—2020 гг. году общая потребность в утеплителях составит до 50 млн. куб. м, из них только в жилищном строительстве 25—30 млн. куб. м. Таким образом, возрастает целесообразность использования для изготовления минеральной ваты все больших объемов вскрышных пород габбро.

К достоинствам вовлечения попутных пород габбро в эксплуатацию относится сравнительно простая технология производства из этих пород минеральной ваты высокого качества. Из одной тонны пород габбро можно произвести до 40 куб. м минерального волокна. В настоящее время разработано и налажено производство широкой номенклатуры оборудования для изготовления минеральной ваты из пород габбро-базальтовой группы.

На рис. 1 представлена принципиальная технологическая схема оборудования для производства минерального волокна из пород габбро, базальтов.

Комплект оборудования состоит из высокочастотного генератора с пультом управления, плавильной камеры, камеры волокноосаждения, шкафа электроавтоматики, эстакады, фильтра рукавного и дымососа. Процесс получения минерального волокна заключается в расплавлении породы и последующем раздуве струи расплава сжатым воздухом. Из бункера, при помощи дозирующего устройства, шихта подается в печь, установленную в плавильной камере. В печи происходит плавление шихты при температуре 1800—2000 °С и выпуск расплава через летку в раздувочную головку. В раздувочной головке, за счет энергии сжатого воздуха, происходит переработка струи расплава в элементарные волокна. Из раздувочной головки волокна попадают в камеру волокнообразования. В камере волокнообразования, принудительным потоком воздуха, волокна направляются на устройство волокноосаждения, где происходит формирование минераловатного ковра, после чего приемный транспортер захватывает минераловатный ковер и выносит его в зону разгрузки.

Одно из крупнейших горнодобывающих предприятий Урала ОАО «Ураласбест» располагает значительными запасами пород габбро, которые до недавнего времени относились к категории вскрышных пород. На предприятии в перспективе планируется вовлечение в производство вскрышных пород габбро Центрального участка карьера, которые сегодня складываются в специальный отвал

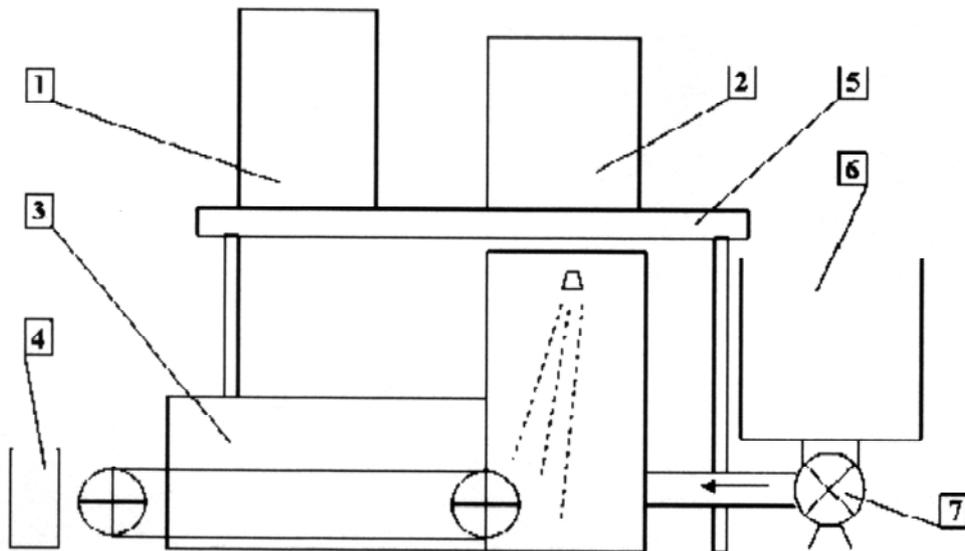


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема оборудования для производства минерального волокна из пород габбро: 1 — Генератор высокочастотный, 2 — Плавильная камера, 3 — Камера волокноосаждения, 4 — Шкаф электроавтоматики, 5 — Эстакада, 6 — Фильтр рукавный, 7 — Дымосос

Объем планируемой к первоначальной разработке залежи габбро на Центральном участке карьера составляет порядка 25 млн. т. Однако из-за отсутствия детальной разведки залежей габбро возникают проблемы в организации горных работ по их разработке. При валовой вскрыше не требовалось точное оконтуривание разновидностей вскрышных пород, поэтому сегодня требуется уточненная оценка объемов и контуров залегания пород габбро в пределах Центрального участка карьера ОАО «Ураласбест». Схожая проблема возникает и на других предприятиях работающих над вовлечением в производство строительных материалов вскрышных пород соответствующего качества. При этом эксплуатационная разведка сопутствующих полезных ископаемых традиционными методами является трудоемким и дорогим делом.

В лаборатории УКР (управления качеством минерального сырья) ИГД УрО РАН разработан метод эксплуатационной разведки с уточнением контуров и глубины залегания пород на основе электрометрии (глубинной и латеральной электроразведки на постоянном токе). Данный вид электрометрии (метод сопротивлений) является одним из основных разделов разведочной геофизики занимающейся изучением геологического строения земной коры. Методы электроразведки широко применяются при геологоструктурных исследованиях и геологическом картировании, поисках и разведке месторождений полезных ископаемых. Впервые на карьерах Урала применены методы электрометрии в объемной

3-D постановке (зондирование + площадные съемки) — созданы специальные петрофизические модели —

для эксплуатационной разведки полезных ископаемых, представляющих интерес для разработки, и уточнения контуров вмещающих пород. Эти методы позволяют заинтересованным предприятиям оперативно и с большой экономией средств и ресурсов получать необходимую геологическую информацию о залегающих породах для планирования горных работ.

Граниты, доломиты, известняки являются одними из наиболее перспективных для промышленного использования вмещающих пород присутствующих на карьерах Урала. Особенно распространены эти породы на рудных карьерах, по своим физико-механическим свойствам значительная часть вскрышных пород этой группы соответствуют требованиям ГОСТ 25607–91 и могут быть использованы для производства строительных материалов. Щебень из этих скальных пород пригоден для производства армированного и неармированного бетона, устройства балластного слоя внутризаводских железнодорожных путей, строительства автомобильных дорог, искусственных оснований под фундаменты и др.

В настоящее время дорожно-строительные материалы производятся, как правило, на мелких предприятиях, эксплуатирующих многочисленные месторождения. При этом для их разработки под горный отвод часто неоправданно отчуждаются плодородные земли, происходит загрязнение атмосферы, воды и близлежащих земель, а в технологических схемах производства щебня предусматривается ведение буровзрывных работ и первичное дробление горной массы в дробилках крупного дробления, т. е. работы, которые выполняются на крупных горно-обогатительных комбинатах. Анализ гранулометрического состава скальных вскрышных пород,

прошедших первую стадию дробления, показывает, что более 60 % материала имеет крупность 0—70 мм, пригодную для производства нормируемых фракций щебня с помощью грохочения. На рис. 2 представлена гистограмма распределения крупности рудной массы поступающей из забоя и прошедшей первую стадию дробления.

В настоящее время ряд предприятий Уральского региона используют освободившееся вследствие сокращения основного производства горнодобывающие и дробильно-обогачительные мощности для производства из пород вскрыши щебня крупных фракций, используемых в основном для устройства местных автодорог. Ряд предприятий наладило выпуск значительных промышленных объемов щебня, которые реализуются на рынке в пределах региона. В табл. 1 представлены объемы сопутствующего производства щебня на крупных горнодобывающих предприятиях Урала.

Общий объем производства каменных материалов (щебень, гравий, песок), в основном на специализированных предприятиях, в настоящее время в России составляет около 140 млн. куб. м в год, примерно половина этого количества используется в дорожном строительстве, причем попутная продукция ГОКов в этих объемах составляет лишь незначительную часть.

Механизмы рынка строительных материалов способствуют повышению требований к качеству щебня, как по прочностным характеристикам, так и по фракционному составу и форме зерен (преимущество перед кубической формой щебня). Это вынуждает крупные горнодобывающие предприятия организовывать специализированные предприятия на новом современном оборудовании для производства качественных строительных

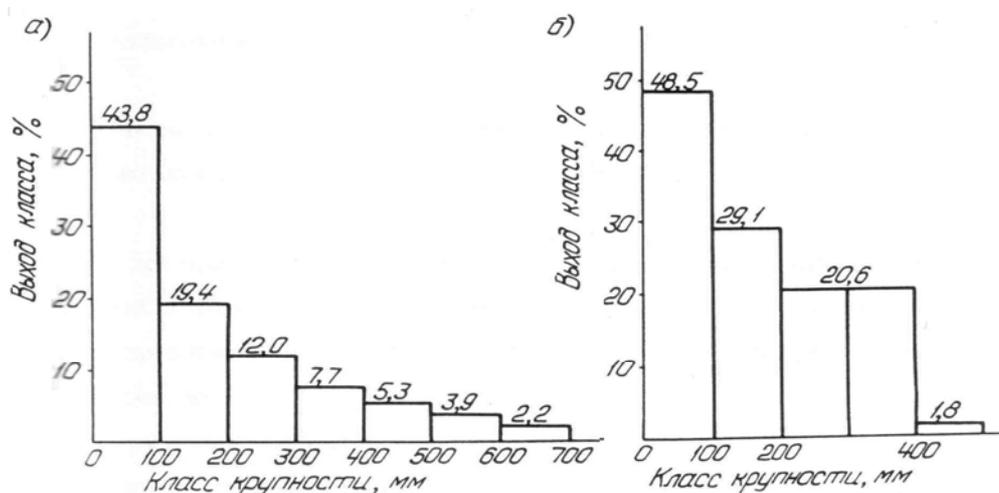


Рис. 2. Гистограмма распределения крупности рудной массы: а) поступающей из забоев на дробильно-перегрузочный пункт; б) на конвейерную линию после дробления

Таблица 1

Объемы сопутствующего производства щебня на крупных горнодобывающих предприятиях Урала за 2007 г.

Горнодобывающее предприятие (ГОК)	Объемы производства строительных материалов, тыс.куб.м	
	Всего	В т.ч. щебня
ОАО «Уральский асбестовый ГОК» (ОАО «Ураласбест»)	5567	4227
ОАО «Первоуральское рудоуправление»	2450	2450
ОАО Кiemбаевский ГОК «Оренбургские минералы» (комбинат Оренбургасбест)	448	344

материалов пригодных для использования в гражданском и промышленном строительстве, а в пределах действующих карьеров принимать дополнительные организационно-технические мероприятия, в том числе и по эксплуатационной разведке, по добыче более качественного сырья для сопутствующих производств.

Повышенным спросом на рынке пользуется щебень кубовидной формы. Щебень кубовидной формы является строительным материалом нового поколения. Процент содержания зерен пластинчатой и игольчатой формы в нем не превышает 15 %, что

соответствует 1—2 группе по форме зерен ГОСТ 8267-93. Щебень кубовидной формы имеет значительные преимущества перед так называемым «рядовым» щебнем, а именно: 1) повышается прочность и уменьшается его «трещиноватость»; 2) в 2—3 раза повышается долговечность бетонных конструкций и асфальто-бетонных покрытий; 3) снижается расход связующих (битум, цемент) и щебня на 30 %; 4) коэффициент уплотняемости асфальтно-бетонной смеси приближается к единице, что обеспечивает долговечность и увеличивает морозостойкость дорожных покры-

тий; 5) снижаются время и трудозатраты по укладке асфальтно-бетонного покрытия до 50 %.

На первом этапе расширение путевого производство щебня представляется целесообразным на передвижных дробильно-сортировочных установках блочно-модульного типа. Их преимущество — в малых объемах строительно-монтажных работ, быстром вводе в эксплуатацию, возможностью размещения на специализированном отвале. В ИГД УрО РАН разработаны технологические схемы путевого производства строительного щебня, в том числе и на действующих или перспективных комплексах циклично-поточной технологии (ЦПТ), с частичным использованием дробильного и конвейерного оборудования основного производства. При этом возможны варианты компоновки установок с обязательным грохочением материала: без дробления, с одной стадией дробления, с двумя стадиями дробления. В первом случае выход готового продукта при выпуске двух фракций щебня 10—40 и 40—70 мм из исходной горной массы составит около 41 %, во втором — 57 %, в третьем 80 %.

Наиболее ценными направлениями внедрения является комплектование установок оборудованием для получения кубовидного щебня, удовлетворяющего всем современным стандартам и требованиям (стандарт ГОСТ 8267-93 для I группы). За последние годы сформировался устойчивый спрос на щебень кубовидной формы со стороны строительных организаций, но эта потребность в РФ сейчас удовлетворяется только на 30—40 %. На Урале потребность в щебне в соответствии с президентской программой «Дороги России XXI века» для дорожного строительства

составит в 2007—2010 гг. — 19,4 млн. куб.м, 2011—2020 гг. — 37,0 млн. куб.м. Поставляемый щебень фракции 5—20 мм в большинстве случаев содержит чрезмерное количество зерен лещадной формы — 25—40 % и более. Повышенное их содержание отрицательно влияет на плотность асфальтобетонных смесей. Они обладают меньшей механической прочностью по сравнению с кубовидными зернами. Асфальтобетонные смеси на основе кубовидного щебня (группа I) обладают лучшей уплотняемостью по сравнению со щебнем групп II и V за счет взаимного перемещения и взаимозаклинивания зерен. Кубовидный щебень образует устойчивую трехмерную структуру дорожного полотна, требует меньшего расхода вяжущих компонентов — цемента или битума. В связи с этим действующая нормативно-техническая документация ограничивает содержание в смесях зерен лещадной формы: 15 % — для смесей типа А, 25 % — типа Б, 35 % — для смесей типа В. Срок службы дорог, построенных на кубовидном щебне в 2—2,5 раза больше, чем на щебне игловатой и пластинчатой формы.

При производстве щебня кубовидной формы необходимо учитывать, что форма зерен дробленого материала определяется текстурно-структурными особенностями исходной горной породы, используемым оборудованием и технологией переработки. Форма зерен щебня зависит также от принципа работы дробильного агрегата. Оптимальная изометричная кубообразная форма создается в агрегатах ударного действия — молотковых, ударно-центробежных и отбойно-центробежных дробилках. Из раздавливающих камень агрегатов (щековые, валковые, стандартные ко-

нусные дробилки) получают щебень с высоким содержанием зерен лещадной и игловатой формы. Для получения щебня кубовидной формы обычно применяют специальные конусные дробилки или дробилки ударного действия. Последние позволяют получать щебень, форма зерен которого близка к кубовидной, но иногда больше к окатанной, кроме того, они являются дорогими в эксплуатации и характеризуются повышенным выходом отсевов дробления. Некоторого снижения содержания зерен лещадной формы в щебне можно добиться и при использовании стандартных конусных дробилок. Для этого необходимо, чтобы в процессе работы была полностью заполнена камера дробления. При этом измельчение происходит не только между конусами дробилки, но и между зернами материала, находящимися в камере (дробление «в слое» или «в стесненных условиях»). В таком случае имеющиеся в исходном материале и образующиеся в процессе дробления зерна лещадной формы, как механически наиболее слабые, разрушаются. Для осуществления этого процесса дробилка должна быть оборудована более мощным электродвигателем, датчиком уровня материала в камере дробления, а также аккумулярующим бункером с питателем. Для получения кубовидного щебня необходимо обеспечить многократное дробящее воздействие на кусок породы, а разрушающая сила должна действовать не на раздавливание, а на сдвиг. Способы производства кубовидного щебня могут быть следующими: использование стандартных конусных дробилок, работающих «под завалом» в замкнутом цикле; использование роторных молотковых дробилок, роторных центробежных дробилок, а также конусных виброинерционных дробилок,

обеспечивающих многократное сдвиговое воздействие на дробимую породу.

Перспективным является использование отечественных центробежных дробилок ударного типа (типа ДЦ). Центробежные дробилки ударного типа с небольшими конструктивными отличиями изготавливают как в России, так и за рубежом. В России — это ОАО «Дробмаш», ассоциация «Урал-Центр», ЗАО «Новые технологии». Центробежные дробилки-грануляторы могут принимать максимальный кусок не более 70 мм (оптимальный 40 мм) и производить кубовидный щебень фракции 5—20 мм с выходом фракции менее 5 мм в 35—50 % при производительности по питанию до 200 т/ч. Назначение этих дробилок — последняя стадия дробления в трех- или четырехстадийных схемах дробления, в основном определяющая качество конечного продукта. Питанием дробилки ДЦ является продукт конусных дробилок КСД или КМД. При дроблении на центробежных дробилках ДЦ происходит кардинальное улучшение формы и механических свойств зерна: соотношение толщины зерна к его длине у более 80 % зерен не превышает 1:2, (кубовидными зернами по ГОСТ считаются зерна с соотношением 1:3 и менее).

Промышленное производство кубического щебня из пород скальной вскрыши горнодобывающих предприятий Урала может стать одним из наиболее реальных направлений повышения эффективности открытых горных работ и одновременно комплексного освоения недр.

Комплексное использование минерально-сырьевых ресурсов может значительно повысить качественные технико-экономические показатели работы горнодобывающих предпри-

ятий. Реализация мероприятий по увеличению загрузки горнодобывающего и обогатительного оборудования скальной породой с последующей их комплексной переработкой обеспечивает: более рациональное использование недр и земельных угодий; высокий уровень концентрации и комбинирования производства за счет создания совмещенных и сопряженных предприятий по переработке попутно добываемых полезных ископаемых; значительное увеличение объемов валовой продукции и номенклатуры товарной на действующих горных предприятиях без существенного расширения производственных площадей; высокую эффективность ка-

питальных вложений в расширение горных предприятий при незначительных удельных капитальных затратах на попутную продукцию (меньше в 2—2,5 раза, чем на соответствующих специализированных предприятиях); существенное снижение себестоимости попутной товарной продукции (в 1,5—1,7 раза) по сравнению со специализированными предприятиями; значительное уменьшение фондоёмкости и увеличение фондоотдачи горных предприятий; сокращение площадей, отводимых под отвалы и затрат на складирование скальных пород и содержание отвального хозяйства; снижение транспортных расходов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чирков А.С. Добыча и переработка строительных горных пород. — М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2001. — 623 с.

2. Смирнов В.П., Кантемиров В.Д. Повышение эффективности комплексов ЦПТ за счет попутного производства строительных материалов // Горный журнал. — 2002. — № 4. — С. 45 — 50. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Лаптев Ю.В. — заведующий лабораторией управления качеством минерального сырья, доктор технических наук,

Кантемиров В.Д. — кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории управления качеством минерального сырья

Тимохин А.В. — научный сотрудник лаборатории управления качеством минерального сырья

Института горного дела УрО РАН, E-mail: direct@igd.uran.ru

