

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ

УДК 622.012.3

С.Н. Шабаев

УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ РАЗДРОБЛЕННЫХ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ ИХ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

Для строительства покрытий карьерных автомобильных дорог могут использоваться цементобетон, асфальтобетон, каменные материалы, укрепленные и не укрепленные вяжущим, и местные вскрышные горные породы. Однако строительство асфальтобетонных и цементобетонных дорожных покрытий карьерных автодорог экономически не оправдано, так как срок службы более половины дорог не превышает года. Каменные материалы укрепленные вяжущим также не нашли широкого применения в связи со сложностью производства работ в условиях непрерывности транспортного потока и высокой стоимостью. Опыт работы угольных разрезов Кузбасса показывает, что для строительства покрытий карьерных автомобильных дорог, в основном, применяется раздробленная вскрышная горная порода и прочный щебень фракции от 10...20 до 40...70 мм, что ведет к их быстрому разрушению. Так, крупнейшая угольная компания Кузбасса ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» ежегодно на строительство, ремонт и содержание 750 км карьерных автодорог затрачивает 1,4 млн. м³ щебня на общую сумму порядка 300 млн. руб. Большие объемы затрачиваемых материалов обусловлены не только и не столько развитием карьерного пространства, сколько быстрым разрушением покрытий карьерных автодорог.

В последние годы при строительстве автодорог общего пользования существенно повысился интерес к дорожным покрытиям и основаниям из раздробленных горных пород рационального гранулометрического состава. Это объясняется, с одной стороны, новыми технологическими возможностями при их производстве и укладке, чем достигается высокое качество, с другой – ремонтопригодностью и легкостью содержания покрытий. Однако, в настоящее время отсутствуют требования к гранулометрическому составу раздробленных вскрышных горных пород, применяемых для строительства карьерных автодорог, учитывающие особенность их работы при движении большегрузного карьерного автотранспорта. Поэтому необходимо целенаправленно улучшить строительные свойства вскрышных горных пород за счет оптимизации их гранулометрического состава в процессе дробления и сортировки.

Рациональный гранулометрический состав

раздробленной вскрышной горной породы достигается, когда она имеет одновременно высокие значения объемной массы, прочностных и деформационных характеристик, что обуславливает высокую несущую способность дорожной одежды и низкую водопроницаемость покрытия.

Исследования физико-механических свойств раздробленных вскрышных горных пород (прочного и неразмягчаемого песчаника и алевролита) различного гранулометрического состава позволили получить систему, описывающую условия достижения рационального состава:

$$\left\{ \begin{array}{l} S_D \leq A; \\ S_D \geq B; \\ S_D \rightarrow \max; \\ S_D^{\max} - S_D^{\min} \geq (15 \dots 25). \end{array} \right.$$

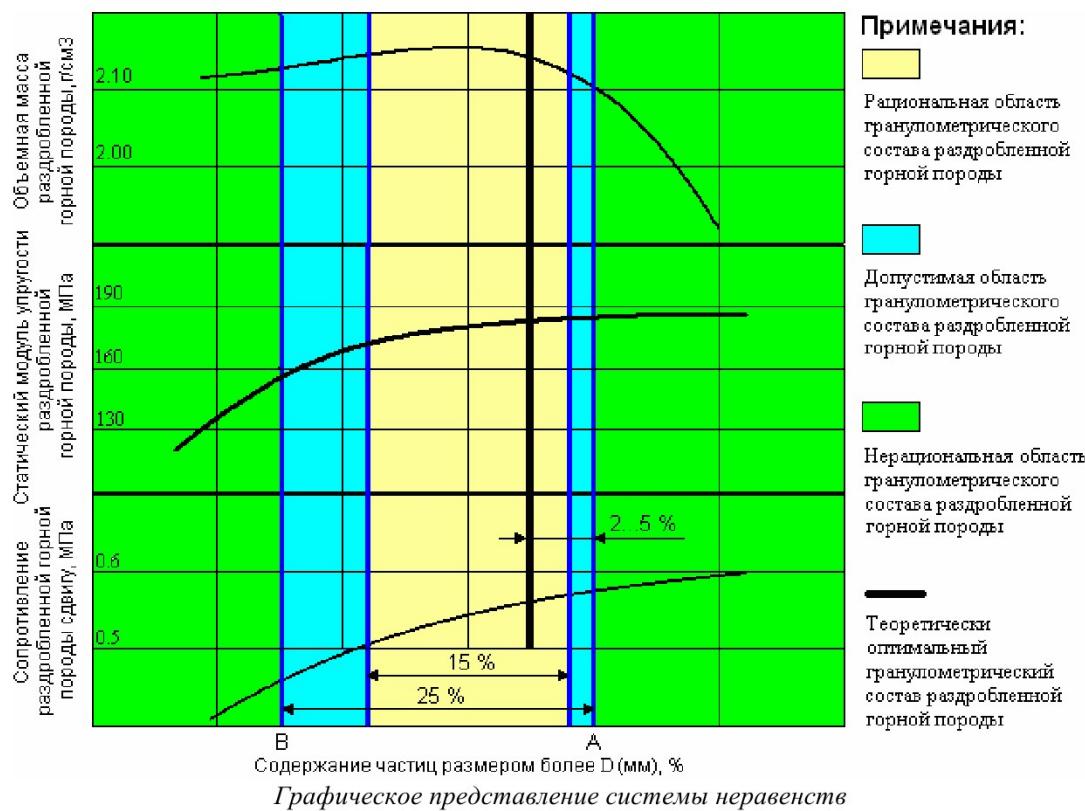
где S_D - содержание в раздробленной горной породе частиц размером более D мм, %;

S_D^{\max}, S_D^{\min} - соответственно максимально и минимально возможное содержание в раздробленной горной породе таких частиц для обеспечения ее рационального гранулометрического состава, %.

Система включает в себя одновременный анализ четырех факторов, обуславливающих возможность достижения рационального гранулометрического состава раздробленной горной породы.

1. Низкая водопроницаемость покрытия дорожной одежды карьерных автомобильных дорог обеспечивается, когда раздробленная горная порода имеет максимальную объемную массу. Важно отметить, что высокая объемная масса, достигаемая за счет оптимального содержания мелких и пылеватых частиц, способствует увеличению сцепления между отдельными зернами, значительно уменьшая процесс их выбивания из-под колес движущихся транспортных средств в ходе эксплуатации покрытия, тем самым, увеличивая срок службы всей дорожной одежды автодорог.

2. Несущая способность дорожной одежды повышается, когда раздробленные горные породы конструктивных слоев обладают высоким сопротивлением сдвигу. Для карьерных автодорог, предназначенных для движения большегрузного карьерного автотранспорта, имеющего значитель-



Рациональные гранулометрические составы раздробленных горных пород

| Содержание в раздробленной горной породе частиц размером более (мм), % | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 160 | 80 | 40 | 20 | 10 | 5 | 2,5 | 0,63 | 0,16 | 0,05 |
| - | - | - | 0-10 | 30-55 | 40-62 | 50-70 | 60-80 | 70-85 | 77-92 |
| - | - | 0-10 | 30-55 | 40-62 | 50-70 | 55-75 | 65-82 | 72-90 | 78-93 |
| - | 0-10 | 30-55 | 40-62 | 50-70 | 55-75 | 60-80 | 68-85 | 72-90 | 80-95 |
| 0-10 | 30-55 | 40-62 | 50-70 | 55-75 | 60-80 | 65-82 | 70-88 | 75-93 | 80-95 |

но большие, по сравнению с автодорогами общего пользования, нагрузки на ось, высокое сопротивление раздробленной горной породы сдвигу будет способствовать снижению общей требуемой толщины дорожной одежды.

3. Несущая способность дорожной одежды, обусловливаемая, в том числе, недопущением накопления значительных остаточных деформаций при регулярном движении транспортных средств, повышается с увеличением модуля упругости раздробленных горных пород.

4. Сегодня в процессе дробления и сортировки вскрышной горной породы технически сложно получить гранулометрический состав, не допускающий отклонения от требуемых значений, поэтому для возможности приготовления раздробленной горной породы рационального гранулометрического состава, допускающего некоторые отклонения от оптимального значения, вводится фактор допускаемого отклонения. Анализ технических характеристик различных дробилок и сортировочных устройств показывает, что технически, без значительных трудовых и материальных затрат, рациональный гранулометрический состав

горной породы можно получить, если отклонение содержания различных по крупности частиц составляет не менее 15...25 %.

Графически система неравенств представлена на рисунке.

Подобные системы неравенств получены для содержания в раздробленной горной породе частиц различного размера, что позволило найти их рациональный гранулометрический состав, описываемый зависимостью:

$$S_D^{opt} = (35 \dots 55) + \int_{D}^{0.5 \cdot D_{max}} \left(\frac{6}{D^{0.8}} \right) dD,$$

где S_D^{opt} – оптимальное содержание в составе раздробленной горной породы частиц с диаметром выше D , %; D_{max} – максимальный диаметр частиц, входящих в состав раздробленной горной породы, $D < 0.5 \cdot D_{max}$.

Рациональные гранулометрические составы раздробленных горных пород с различным максимальным диаметром отдельных зерен представлены в таблице.

На основе выполненных исследований можно сделать вывод, что в процессе дробления и сортировки горных пород рациональный гранулометрический состав достигается, когда суммарное со-

держание частиц размером свыше половины от максимального составляет 35...55 % и интегрально возрастает с уменьшением диаметра отдельных зерен.

□ Автор статьи

Шабаев

Сергей Николаевич

– ст. преп. каф. автомобильных до-
рог КузГТУ. Тел. 8- 3842- 58-07-96,
8-904-371-0429

УДК 622.012.3

С.Н. Шабаев

**ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД КАРЬЕРНЫХ
АВТОДОРОГ С ПОКРЫТИЕМ ИЗ РАЗДРОБЛЕННЫХ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД
РАЦИОНАЛЬНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА**

Карьерная автомобильная дорога – горнотехническое сооружение, предназначенное для движения карьерного автомобильного транспорта. Высокая скорость передвижения большегрузных автомобилей, влияющая на их производительность, и экономичность транспортировки горной массы в значительной степени определяются состоянием карьерных транспортных коммуникаций.

Дорожная одежда – один из наиболее важных и дорогих элементов автомобильной дороги, состоящий из одного или нескольких конструктив-

породы (грунта земляного полотна), а также нагрузок от автомобилей. Для постоянных карьерных автомобильных дорог покрытие рекомендуется принимать бетонным или щебеночным, обработанным вяжущим материалом, временных дорог – грунтовым с подсыпкой щебня или щебеночным. Однако для карьеров, расположенных в условиях Сибири, бетонные и обработанные щебеночные покрытия быстро разрушаются, что обусловлено недостаточной проработкой вопроса их расчета для движения большегрузного карьерного автотранспорта [1], и не оправдывают капитальные

Расчетные нагрузки и диаметры отпечатков шин груженых автосамосвалов
ПО «Белорусский автозавод»

| Модель автосамосвала | БелАЗ-7540 | БелАЗ-7548 | БелАЗ-7555 | БелАЗ-7549 | БелАЗ-7512 | БелАЗ-75215 | БелАЗ-7530 | БелАЗ-75501 |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|
| Грузоподъемность, т | 30 | 42 | 55 | 80 | 120 | 180 | 200 | 250 |
| Давление воздуха в шинах, МПа | 0,60 | 0,56 | 0,50 | 0,56 | 0,50 | 0,55 | 0,55 | 0,55 |
| Расчетная нагрузка от колеса на покрытие, кН | 260,1 | 359,3 | 462,3 | 737,6 | 1055,3 | 1711,1 | 1764,6 | 1836,0 |
| Расчетный диаметр отпечатка шины, м | 0,71 | 0,86 | 1,04 | 1,24 | 1,56 | 1,90 | 1,93 | 1,97 |

ных слоев, укладываемых на заранее подготовленное земляное полотно, воспринимающий нагрузку от проходящих автомобилей и передающий ее в рассредоточенном виде на нижележащие слои грунта. Поэтому от выбора конструкции дорожной одежды в значительной степени зависят срок службы автомобильной дороги и транспортно-эксплуатационные качества покрытия, влияющие на себестоимость транспортировки горной массы и производительность карьерного автотранспорта.

Конструкция дорожной одежды зависит от срока службы и грузонапряженности дороги, физико-механических свойств подстилающей горной

затраты на их строительство, грунтовые покрытия – интенсивно разрушаются при переувлажнении.

Поэтому на постоянных и временных карьерных автомобильных дорогах Сибири наибольшее распространение получили щебеночные покрытия. Например, на разрезах крупнейшей угольной компании Кузбасса и России ОАО «УК «Кузбасс-разрезуголь» практически 100 % карьерных автодорог (кроме забойных и отвальных) имеют щебеночное покрытие.

Однако фактический срок службы большинства карьерных автодорог не достигает расчетного значения в связи с быстрым разрушением покры-