

УДК 625.741:625.8

А. С. БАРБО, Д. В. ВРЖЕЩ, А. С. РЕШЕТНИКОВ, Д. И. БОРОДАЙ
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»**ОТСЕВ ДРОБЛЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКА, УКРЕПЛЕННОГО ЦЕМЕНТОМ, ДЛЯ
УСТРОЙСТВА ОСНОВАНИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД**

Аннотация. Выполнен анализ проблемы повторного использования отходов переработки флюсовых известняков на предприятиях горнорудной промышленности. Исследованы физико-механические свойства отсева дробления известняка из отвалов дробильно-обогащительной фабрики ДОФ № 2 Комсомольского рудоуправления, укрепленного цементом. Подобраны составы из отсева дробления известняка, укрепленного цементом марок М400 и М500, с использованием добавок Mapeplast PT1 и Чимстон-1 для повышения морозостойкости смесей, которые могут быть применены в конструкциях дорожных одежд автомобильных дорог.

Ключевые слова: отсев дробления известняка, дорожная одежда, основание, укрепление грунтов.

ФОРМУЛИРОВАНИЕ НАУЧНОЙ ЗАДАЧИ

Одним из важных направлений развития инноваций в дорожном строительстве является повторное применение отходов промышленных предприятий при строительстве автомобильных дорог как одного из наиболее материалоемких видов строительства. Известно, что в отвалах и хвостохранилищах горных предприятий накопилось свыше 7 млрд т пород, представляющих собой техногенные месторождения [1]. В частности на территории Старобешевского района в отвалах дробильно-обогащительных фабрик (ДОФ) Докучаевского флюсо-доломитного комбината и Комсомольского рудоуправления находится более 143 млн м³ (80 млн т) отходов переработки флюсовых известняков. При традиционной технологии переработки флюсовых известняков отходами текущего производства становится фракция крупностью 0...40 мм из загрязненного известнякового щебня с частицами глины [2].

Проблема использования отходов предприятий горнодобывающей отрасли актуальна и в мировом масштабе. Так, согласно данным Администрации федеральных дорог Департамента транспорта США (FHWA) ежегодно в США образуется около 175 млн т отходов дробления горных пород предприятий горнорудной отрасли, а суммарные накопления отсевов и шламов составляют около 4 млрд т [3].

В США отсева дробления известняка применяют в качестве мелкого заполнителя для цементных и асфальтовых бетонов, а также при строительстве земляного полотна, дополнительных и основных слоев основания дорожных одежд [3]. Проблема разработки возможных способов повторного использования отсевов дробления известняка актуальна как в целом для экономики, так и для дорожного строительства в частности, как одной из наиболее материалоемкой отраслей с точки зрения использования каменных материалов и грунтов [4, 5].

Предварительными исследованиями физико-механических свойств отсева дробления известняка из отвалов дробильно-обогащительной фабрики ДОФ № 2 Комсомольского рудоуправления было установлено, что основной отличительной характеристикой исследуемого материала является наличие большого числа (более 25 %) пылеватых и глинистых частиц. Это ограничивает возможности его использования в дорожном строительстве без дополнительной переработки – требуется либо укрепление вяжущими материалами, либо дополнительная обработка для удаления пылеватых и глинистых частиц. Одним из наиболее распространённых способов укрепления местных каменных материалов, отходов промышленности и грунтов в дорожном строительстве является укрепление

при помощи введения малых доз цемента. Регламентируется процесс укрепления нормативным документом ГБН В.2.3-37641918-554:2013 «Слой дорожной одежды из каменных материалов, отходов промышленности и грунтов, укрепленных цементом».

Целью работы является подбор состава смесей из отсева дробления известняка, укрепленного цементом, с целью применения для устройства оснований дорожных одежд автомобильных дорог.

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

Были выполнены исследования физико-механических свойств отсева дробления известняка, укрепленного цементом в соответствии с методикой по ДСТУ Б В.2.7-309:2016 «Грунты, укрепленные вяжущим. Методы исследований».

Используемые материалы: отсев дробления известняка Комсомольского рудоуправления, портландцемент ПЦ II/Б-III 400 по ДСТУ Б В.2.7-46:2010, добавка для бетона и цементных растворов Mapeplast PT1, портландцемент Цем I 42,5 Н по ГОСТ 31108-2016, стабилизирующая добавка Чимстон-1.

Анализируя опыт укрепления грунтов и каменных материалов, содержащих большое количество пылеватых и глинистых частиц, было принято решение выполнить сопоставительное исследование составов на цементах марок 400 и 500, а также составов с введением добавок, повышающих морозостойкость. Согласно рекомендациям ГБН В.2.3-37641918-554:2013 было запроектировано 6 составов смесей с использованием цемента М400 в количестве 5, 7, 9 % (с добавкой Mapeplast PT1 и без нее) и 6 составов смесей с использованием цемента М500 в количестве 3, 5, 7 % (с добавкой Чимстон-1 и без нее). Для представленных смесей были определены прочность при сжатии, прочность при растяжении при изгибе, коэффициент водостойкости и коэффициент морозостойкости (табл.).

Таблица – Физико-механические свойства отсева дробления известняка, укрепленного цементом

№ состава	Содержание цемента, %	Добавка Mapeplast PT1 (М) или Чимстон-1 (Ч)	Прочность при сжатии на 28 суток $R_{сж}$, МПа	Прочность на изгиб $R_{изг}$, МПа	Коэффициент водостойкости k_w	Коэффициент морозостойкости k_F	Марка по прочности по ГБН В.2.3-37641918-554:2013	Соответствие требованиям ГБН В.2.3-37641918-554:2013
1	5	–	1,74	0,64	0,78	–	M10	–
2	7	–	3,64	1,08	0,85	0,22	M20	–
3	9	–	3,80	1,54	0,89	0,59	M20	–
4	5	М	2,17	0,98	0,86	0,08	M20	–
5	7	М	4,99	1,66	0,96	0,46	M40	–
6	9	М	5,13	2,41	0,98	0,75	M40	+
7	3	–	2,67	0,75	0,81	0,42	M20	–
8	5	–	5,83	1,02	0,83	0,48	M40	–
9	7	–	7,52	1,85	0,85	0,57	M60	–
10	3	Ч	2,32	0,63	0,87	0,75	M20	+
11	5	Ч	5,39	0,91	0,89	0,81	M40	+
12	7	Ч	6,86	1,67	0,91	0,85	M60	+

Образцы из смесей составов № 1–6 испытывались в условиях полного водонасыщения, а из смесей составов № 7–12 в условиях капиллярного водонасыщения.

Результаты испытаний, представленные в таблице, позволяют сделать вывод о том, что в условиях полного водонасыщения при укреплении отсева дробления известняка цементом марки М400 в количестве 5...9 % можно получать материал, соответствующий по прочности маркам М10-М20. Однако без использования специальных добавок такой материал имеет низкую морозостойкость. Обеспечить требуемую морозостойкость удалось при использовании добавки Mapeplast PT1 в составе № 6 при введении 9 % цемента марки М400.

В более благоприятных условиях эксплуатации при капиллярном водонасыщении применение цемента марки М500 в количестве 3...7 % позволило получить материал, соответствующий по прочности маркам М20-М60. Однако и для составов № 7–9 морозостойкость также не была обеспечена.

Введение стабилизирующей добавки Чимстон-1 позволило получить материал, соответствующий нормативным требованиям для марок М20-60. Обращает внимание тот факт, что введение добавки Марепласт РТ1 приводило к увеличению прочностных показателей укрепляемого отсева на 30...35 %, что объясняется пластифицирующим эффектом, а введение добавки Чимстон-1 напротив незначительно снижало прочностные показатели на 8...13 %.

ВЫВОДЫ

Установлено, что при укреплении отсева дробления известняка цементом марки М400 в количестве 9 % с введением добавки Марепласт РТ1 можно получить материал, соответствующий по прочности марке М40.

При укреплении отсева дробления известняка цементом М500 в количестве 3, 5 и 7 % можно получить материал, соответствующий по прочности марке М20, М40 и М60 соответственно при использовании стабилизирующей добавки Чимстон-1, которая позволяет обеспечить требуемую морозостойкость. Подобранные составы могут использоваться в конструкционных слоях дорожных одежд автомобильных дорог в соответствии с требованиями ГБН В.2.3-37641918-554:2013.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кустов, В. В. Обоснование рациональных параметров технологии формирования и разработки техногенных месторождений сыпучих горных пород [Электронный ресурс] : дис. ... канд. техн. наук : 25.00.22 – геотехнология (подземная, открытая и строительная) / В. В. Кустов ; ДонНТУ. – Донецк, 2016. – 182 с. – Режим доступа : http://donntu.org:8081/sites/default/files/documents/dissertaciya_kustov.pdf
2. Дрешпак, А.С. Анализ параметров обогащения известняков из неоднородных карбонатных месторождений [Электронный ресурс] // Збагачення корисних копалин. Наук.-техн. зб. – 2015. – Вып. 61(102). – Режим доступа : <http://zzkk.nmu.org.ua/pdf/2015-61-102/02.pdf>
3. FHWA-RD-97-148. User Guidelines for Waste and Byproduct Materials in Pavement Construction [Электронный ресурс] // Federal Highway Administration Research and Technology. – Режим доступа : <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/infrastructure/structures/97-148/qbp121.cfm>
4. Del Ponte, K. L. State DOT Environmental and Economic Benefits of Recycled Material Utilization in Highway Pavements [Электронный ресурс] : A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (Geological Engineering) / K. L. Del Ponte ; University of Wisconsin-Madison. – Madison, 2016. – 160 p. – Режим доступа : http://rmrc.wisc.edu/wp-content/uploads/2017/05/kdelpont_UW_thesis_S2016.pdf
5. Bloom, E. F. Assessing the Life Cycle Benefits of Recycled Material in Road Construction [Электронный ресурс] : A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (Geological Engineering) / E. F. Bloom ; University of Wisconsin-Madison. – Madison, 2016. – 143 p. – Режим доступа : http://rmrc.wisc.edu/wp-content/uploads/2017/05/Bloom-Thesis_Final-Draft-V2.pdf

Получено 13.04.2018

О. С. БАРБО, Д. В. ВРЖЕЩ, О. С. РЕШЕТНИКОВ, Д. І. БОРОДАЙ
ВІДСІВ ДРОБЛЕННЯ ВАПНЯКУ, УКРІПЛЕНОГО ЦЕМЕНТОМ, ДЛЯ
ВЛАШТУВАННЯ ОСНОВ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Виконано аналіз проблеми повторного використання відходів переробки флюсових вапняків на підприємствах гірничорудної промисловості. Досліджено фізико-механічні властивості відсіву дроблення вапняку з відвалів дробильно-збагачувальної фабрики ДОФ № 2 Комсомольського рудоуправління, укріпленого цементом. Підібрані склади з відсіву дроблення вапняку, укріпленого цементом марок М400 і М500, з використанням добавок Марепласт РТ1 і Чимстон-1 для підвищення морозостійкості сумішей, які можуть бути застосовані в конструкціях дорожніх одягів автомобільних доріг.
Ключові слова: відсів дроблення вапняку, дорожній одяг, основа, укріплення ґрунтів.

ALEXANDER BARBO, DMITRIY VRZHESHCH, ALEXANDER RESHETNIKOV,
DENIS BORODAY
CEMENTED SCREENINGS OF LIMESTONE CRUSHING FOR PAVEMENTS
BASES

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The problem of re-use of wastes of fluxing limestone processing at mining enterprises is analyzed. The physical and mechanical properties of cemented limestone screening from the dumps of the crushing and dressing plant were investigated. The compositions from screening of limestone crushing cemented with M400 and M500 cement, using the additives Mapeplast PT1 and Chimston-1 to improve the frost resistance of mixtures that can be used in the construction of highways pavements are designed.

Key words: screening of limestone crushing, pavement, base, soil strengthening.

Барбо Александр Сергеевич – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: использование отходов промышленности в дорожном строительстве.

Вржещ Дмитрий Владиславович – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: использование отходов промышленности в дорожном строительстве.

Решетников Александр Сергеевич – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: использование отходов промышленности в дорожном строительстве.

Бородай Денис Игоревич – кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильных дорог и аэродромов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: надежность и долговечность транспортных сооружений.

Барбо Олександр Сергійович – магістрант ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва та архітектури». Наукові інтереси: використання відходів промисловості в дорожньому будівництві.

Вржещ Дмитро Владиславович – магістрант ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва та архітектури». Наукові інтереси: використання відходів промисловості в дорожньому будівництві.

Решетников Олександр Сергійович – магістрант ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва та архітектури». Наукові інтереси: використання відходів промисловості в дорожньому будівництві.

Бородай Денис Ігорович – кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільних доріг і аеродромів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва та архітектури». Наукові інтереси: надійність та довговічність транспортних споруд.

Barbo Alexander – Master's student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: using of industrial wastes in road construction.

Vrzheshch Dmitriy – Master's student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: using of industrial wastes in road construction.

Reshetnikov Alexander – Master's student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: using of industrial wastes in road construction.

Boroday Denis – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: reliability and durability of transport constructions.