

Вторичное использование отходов обогащения угольной промышленности в дорожном строительстве

Д.В. Яхонова, Н.В. Ляшенко, А.В. Вяльцев

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, Новочеркасск

Аннотация: В статье рассмотрены возможности применения крупной фракции отходов обогащения угольной промышленности в дорожном строительстве. Проанализирован фракционный состав угольного отхода обогащения Гуково-Зверевского угленосного района. Проведены аналитические исследования состава бетонного покрытия. Представлена сравнительная характеристика требований, выдвигаемых к получаемой смеси. Приведены результаты опытных испытаний прочности контрольных образцов бетона с различными видами заполнителя. На основании полученных результатов сделан положительный вывод о возможности применения отходов обогащения в качестве крупного заполнителя бетонной смеси в дорожном строительстве по техническим и экономическим критериям.

Ключевые слова: дорожное строительство, бетонная смесь, отход обогащения, угольная порода.

Дорожное строительство является одной из самых быстро развивающихся отраслей и занимает ключевое место в формировании экономики, поэтому большое внимание уделяется качеству используемых материалов [1].

Бетон, как один из строительных дорожных материалов, используется для [2]:

- покрытия мостов, путепроводов, эстакад, туннелей, метро, взлётно-посадочных полос, аэродромных поверхностей, автомагистралей с повышенными нагрузками;
- покрытия железнодорожных, крупных речных мостов и путепроводов, эстакад, виадуков;
- заливки нижнего слоя подушки под дорожным полотном трассы с небольшим трафиком, ремонта бетонных дорог, бордюров;
- заливки под основанием дорог с невысоким трафиком, скрепления различных конструкций под дорожным полотном, ремонтных работ, укрепления обочин и заливки бордюров;

- заливки оснований трасс со средним трафиком, сооружения дорожных плит, укрепления обочин, оборудования проездов;
- прокладки магистралей с повышенным трафиком и большим потоком тяжёлого транспорта.

В бетонную смесь дорожного покрытия входит [1]:

- цемент, марка которого зависит от класса прочности, предъявляемого для заливки основания;
- мелкий заполнитель – песок;
- крупный заполнитель – щебень (гравий);
- вода без примесей и загрязняющих веществ;
- химические и минеральные добавки или органоминеральные модификаторы [3].

Нами будут рассмотрены основные характеристики, предъявляемые бетонному покрытию – прочность и удобоукладываемость [1].

Мы предлагаем использовать в качестве наполнителя бетонной смеси – отход обогащения горной промышленности (хвосты). Данный вид отходов состоит из пустой породы с низким содержанием ценного компонента и образуется в процессе обогащения полезных ископаемых [4], а также уже применяется при изготовлении, например, плит для устройства полов и площадок [5].

Выбор в качестве наполнителя хвостов обусловлено необходимостью решения проблемы утилизации отходов горного производства, широко развитого в Ростовской области. Из всей горной массы на долю обогащённого угля приходится около 70-75%, остальная масса поступает в породные отвалы, где степень их переработки не превышает 3%. Отходы хвостохранилищ являются токсичными и негативно влияют на природную окружающую среду [6], так как отсутствуют технологии по их утилизации в полной мере [7]. Предлагаемый нами вариант использования отходов

позволит решить ряд насущных задач: утилизацию отходов хвостохранилищ, рациональное использование природных ресурсов и снижение затрат на выполнение строительных работ.

В нашей работе рассматривается угольная масса Гуково-Зверевского угленосного района, образованного в Ростовской области, сортовой состав, которого представлен на рис.1.

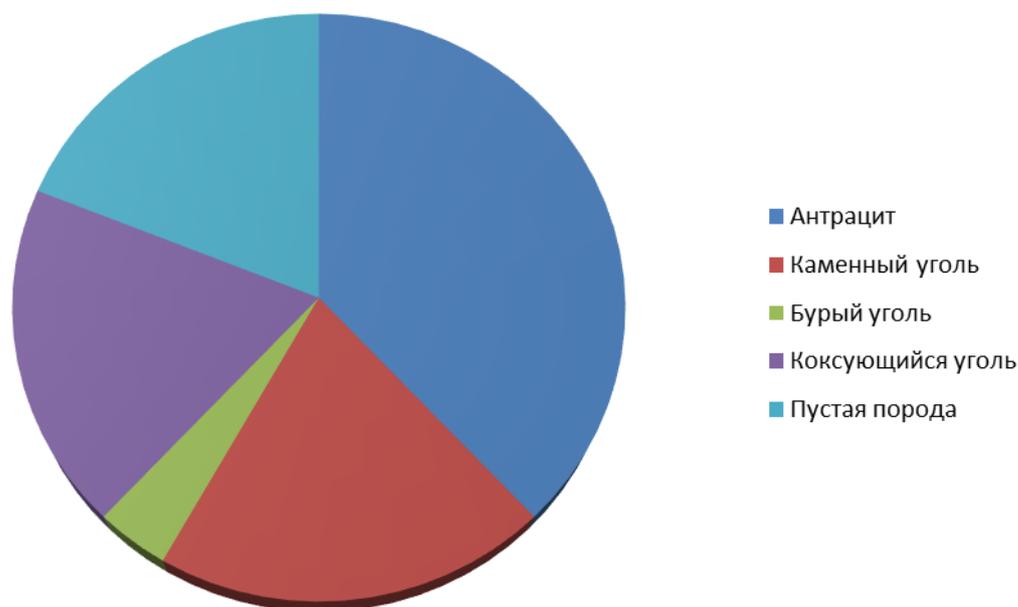


Рис.1. – Сортовой состав угольной массы Гуково-Зверевского угленосного района

Образующаяся после обогащения пустая порода представляет собой отходы, относящиеся к IV классу опасности – малоопасные. Химический состав хвостов угольных предприятий рассматриваемого района представлен в таблице №1.

Таблица № 1

Химический состав пустой породы

Содержание оксидов по массе, %									
потери при прокаливании	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
18,36	43,92	17,06	7,68	4,60	1,73	2,55	0,82	3,37	0,73

На качественный состав бетона большое влияние оказывает зерновой состав щебня (гравия). С этой целью нами был изучен фракционный состав пустой породы.

Зерновой состав нефракционированной породы определялся с помощью просеивания. Для испытания была взята проба в количестве 5кг.

Отход просеивается на ситах с размером 150, 100, 50, 25, 15, 10, 5мм собранных по убыванию, и определялось процентное соотношение фракций от общей массы просеиваемой пробы. Полученный фракционный состав представлен на рис. 2.

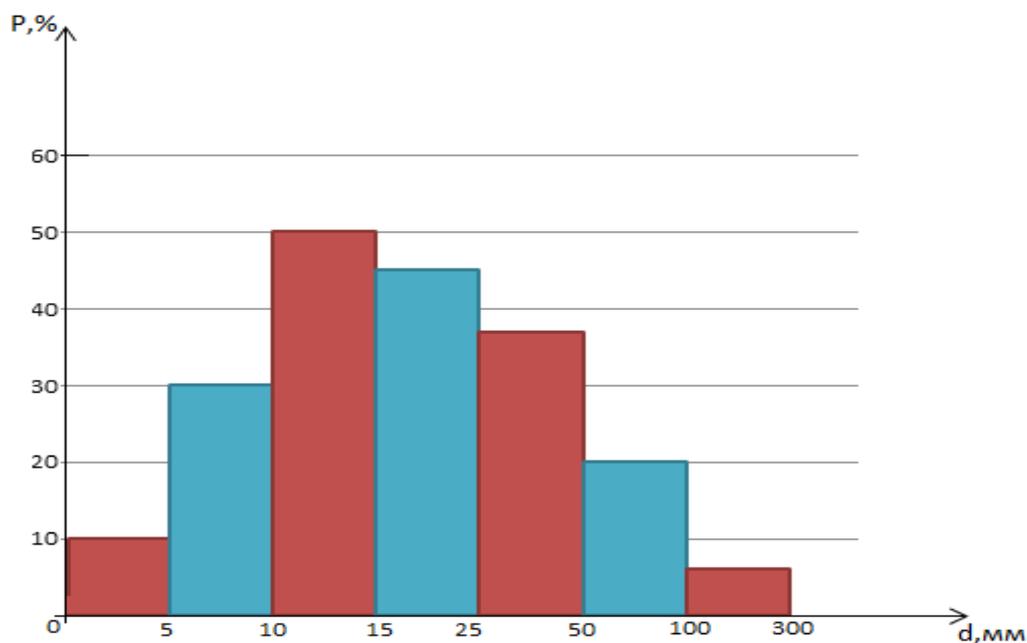


Рис.2. – Фракционный состав породы

Исходя из полученных данных, наблюдается, что большей частью преобладают фракции 10-15мм, 15-25мм, 25-50мм. Данный отход обогащения подходит для использования его в дорожном бетоне в качестве твердого наполнителя [1].

Одним из основных требований к дорожному покрытию является его прочность, поэтому нами были проведены сравнительные испытания бетона, с применением отходов хвостохранилищ и с применением щебня идентичных фракций, на сжатие-[8].

Испытания проводили на пресс-машине с помощью сжатия бетонных кубиков на основании методики [9]. Полученные данные представлены на рис.3.

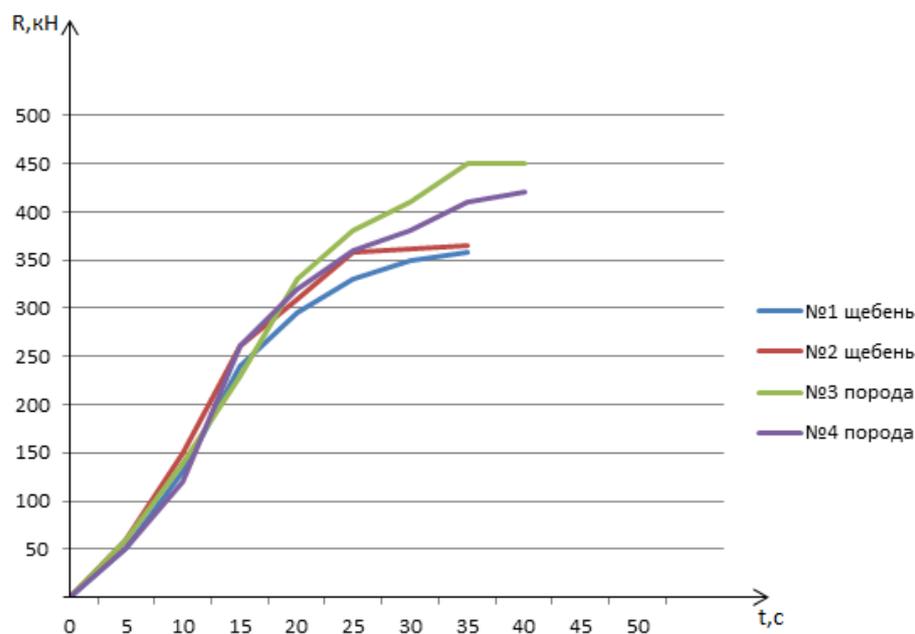


Рис.3. –Испытания прочности контрольных образцов бетона с различными видами заполнителя.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что добавление угольной породы в состав бетонной смеси позволит увеличить ее прочность, при этом остальные качественные характеристики не меняются.

Применение хвостов не только благоприятно влияет на состав бетона, но и позволяет утилизировать большую часть отхода обогащения горнодобывающей промышленности. Также в готовую смесь возможно добавление коагуляционных структур для ускорения твердения [3,10].

На основании проведенной работы можно выделить следующие преимущества применения отходов хвостохранилищ в дорожном строительстве:

- экономия природных ресурсов; снижение затрат на добычу полезных ресурсов;
- увеличение прочности покрытия (повышение качества бетона);

- сокращение объемов хвостохранилищ,
- сохранение земель для сельскохозяйственных и технических нужд;
- снижение себестоимости бетона.

Экономия природных ресурсов и снижение затрат на их добычу заключается в отсутствии необходимости добычи щебня (гравия), потому что угольная порода, заменяющая этот компонент в бетонной смеси, уже хранится на поверхности земли в больших количествах в породных отвалах [11].

При добавлении породы в замес увеличивается прочность дорожного покрытия. Один из самых главных факторов – это сохранение земель для сельскохозяйственных и промышленных нужд, что снижает их негативное воздействие на природную окружающую среду.

Еще одним немаловажным фактором является удобоукладываемость, потому что она влияет на производительность труд при формовке дорожного покрытия, а это может негативно сказаться на финансах производителя. Из полученных данных видно, что качественный состав бетона сохраняет свою структуру, что никак не повлияет на укладку бетона.

Подводя итог, можно сделать вывод о несомненной экономической и экологической выгоде от замены наполнителя (щебня) бетонной смеси в дорожном строительстве угольной породой из хвостохранилищ горной промышленности.

Литература

1. Елкин С.В., Боцман А.Н., Лунев Р.С. Использование цементно-бетонных покрытий в дорожном строительстве // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ Им. В.Г. Шухова.



Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2017. С. 1531-1536.

2. Дормидонтова Т.В., Васильев В.В. Применение бетона в дорожном строительстве // Молодой исследователь: вызовы и перспективы. М.: Общество с ограниченной ответственностью "Интернаука", 2018. С. 256-259.

3. Байбурин А.Х., Кочарина Е.Н., Кочарин Н.В., Киянец А.В., Лебедь А.Р. Влияние химических добавок на свойства бетона // Инженерный вестник Дона, 2022, № 6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2022/7754.

4. Евдокимов П.Д., Сазонов Г.Т. Проектирование и эксплуатация хвостовых хозяйств обогатительных фабрик, М.:Недра, 1978. 439 с.

5. Еличев К.А., Петровнина И.Н., Козицын, В.С., Андрюхина Е.О. Исследование свойств заполнителей из горных пород для производства декоративного бетона // Инженерный вестник Дона, 2022, №5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2022/7626.

6. Araujo, F.S.M., Taborda-Llano, I., Nunes, E.B., Santos, R.M. Recycling and Reuse of Mine Tailings: A Review of Advancements and Their Implications // Geosciences (Switzerland). 2022. №12 (9). № 319. URL: doi.org/10.3390/geosciences12090319.

7. Горюхин М.В. Разработка систематизации отходов горнодобывающей промышленности // Региональные проблемы, 2008, №10. URL: elibrary.ru/download/elibrary_23252535_77748238.pdf.

8. Каприелов С.С. Модифицированные бетоны нового поколения в практике современного транспортного строительства // Дороги России XXI века. 2003. № 1. С. 28-32.

9. Шейнин А.М., Эккель С.В. Об определении прочности дорожного бетона // Наука и техника в дорожной отрасли. 2003. №3. С. 15-17.



10. Briki, Y., Zajac, M., Haha, M.B., Scrivener, K. Impact of limestone fineness on cement hydration at early age // Cement and Concrete Research. 2021. №147. № 106515.

11. Горшков Р.К. Использование вторичных ресурсов в промышленности строительных материалов: методология и практика. М.: Экслибрис-Пресс, 2004. 288 с.

References.

1. Elkin S.V., Botsman A.N., Lunev R.S. Mezhdunarodnaia nauchno-tekhnicheskaiia konferentsiia molodykh uchenykh BGTU Im. V.G. SHukhova. Belgorod: Belgorodskii gosudarstvennyi tekhnologicheskii universitet im. V.G. SHukhova, 2017. pp. 1531-1536.

2. Dormidontova T.V., Vasil'ev V.V. Molodoi issledovatel': vyzovy i perspektivy. Moskva: Obshchestvo s ogranichennoi otvetstvennost'iu "Internauka", 2018. pp. 256-259.

3. Baiburin A.KH., Kocharina E.N., Kocharin N.V., Kiianets A.V., Lebed' A.R. Inzhenernyi vestnik Dona, 2022, № 6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2022/7754.

4. Evdokimov P.D., Cazonov G.T. Proektirovanie i ekspluatatsiia khvostovykh khoziaistv obogatitel'nykh fabrik [Design and operation of tailings farms of processing plants], M: Nedra, 1978. 439 p.

5. Elichev K.A., Petrovnina I.N., Kozitsyn, V.S., Andriukhina E.O. Inzhenernyi vestnik Dona, 2022, №5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2022/7626.

6. Araujo, F.S.M., Taborda-Llano, I., Nunes, E.B., Santos, R.M. Geosciences (Switzerland). 2022. №12 (9). № 319. URL: doi.org/10.3390/geosciences12090319.

7. Goriukhin M.V. Regional'nye problemy, 2008, №10. URL: elibrary.ru/download/elibrary_23252535_77748238.pdf.

8. Kaprielov S.S. Dorogi Rossii XXI veka. 2003. No 1. pp. 28-32.



9. SHeinin A.M., Ekkel' S.V. Nauka i tekhnika v dorozhnoi otrasli. 2003. №3. Pp. 15-17.
10. Briki, Y., Zajac, M., Haha, M.B., Scrivener, K. Cement and Concrete Research. 2021. №147. № 106515.
11. Gorshkov R.K. Ispol'zovanie vtorichnykh resursov v promyshlennosti stroitel'nykh materialov: metodologiia i praktika [The use of secondary resources in the construction materials industry: methodology and practice]. M: Ekslibris-Press, 2004. 288 p.