



ЗАКЛАДОЧНЫЕ СМЕСИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОТХОДОВ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА УЗБЕКИСТАНА

У. А. Газиев¹, Ш. Т. Рахимов²

Ташкентский архитектурно-строительный институт,

13, ул. Алишера Навои, Ташкент, Узбекистан.

E-mail: ¹Gaziyev.1941@mail.ru, ²rahimov.12081979@mail.ru

Получена 26 августа 2020; принята 25 сентября 2020.

Аннотация. В статье приведены оптимальные составы и свойства закладочных смесей с применением песка пустой горной породы, отходов обработки мрамора и шлаков медеплавильного производства. Установлено, что по своим физико-механическим характеристикам закладочные смеси на отходах не уступают смесям на природных материалах. Анализ ранее выполненных исследований показал, что в области повышения энергоэффективности и создания ресурсосберегающих технологий при производстве закладочных смесей для заполнения выработанных пространств, образуемых при добыче руды, были достигнуты очень важные положительные результаты. Однако, учитывая поставленные задачи перед горнорудной промышленностью Республики по удвоению добычи полезных ископаемых и результаты полученных научных исследований по разработке энерго- и ресурсосберегающих технологий, предусматривающих использование промышленных отходов, следует отметить, что в исследованиях, направленных на разработку составов эффективных смесей, в частности по получению закладочных смесей на основе вторичных продуктов и химических добавок, имеются недостаточно подробно изученные научные проблемы, что указывает на необходимость более глубокого изучения этих вопросов.

Ключевые слова: закладочная смесь, оптимальные составы, шлаки медеплавильного производства, отходы обработки мрамора, добавка, песок пустой породы.

ЗАКЛАДНІ СУМІШІ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДХОДІВ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМБІНАТУ УЗБЕКИСТАНУ

У. А. Газієв¹, Ш. Т. Рахімов²

Ташкентський архітектурно-будівельний інститут,

13, вул. Алішера Навої, Ташкент, Узбекистан.

E-mail: ¹Gaziyev.1941@mail.ru, ²rahimov.12081979@mail.ru

Отримана 26 серпня 2020; прийнята 25 вересня 2020.

Анотація. У статті наведено оптимальні склади і властивості закладних сумішей із застосуванням піску порожньої гірської породи, відходів обробки мармуру та шлаків медеплавильного виробництва. Встановлено, що за своїми фізико-механічними характеристиками закладні суміші на відходах не поступаються сумішам на природних матеріалах. Аналіз раніше виконаних досліджень показав, що в області підвищення енергоефективності та створення ресурсозберігаючих технологій при виробництві закладних сумішей для заповнення вироблених просторів, утворених при видобутку руди, були досягнуті дуже важливі позитивні результати. Однак, з огляду на поставлені завдання перед гірничорудною промисловістю Республіки щодо подвоєння видобутку корисних копалин і пов'язаний з цим аналіз отриманих наукових результатів з розробки енерго- та ресурсозберігаючих технологій, що передбачають використання промислових відходів, слід відзначити, що в дослідженнях, спрямованих на розробку складів ефективних сумішей, зокрема щодо отримання закладних сумішей на основі вторинних продуктів і хімічних добавок, є недостатньо детально вивчені наукові проблеми, що вказує на необхідність більш глибокого вивчення цих питань.

Ключові слова: закладна суміш, оптимальні склади, шлаки мідеплавильного виробництва, відходи обробки мармуру, добавка, пісок порожньої породи.

BACKFILL MIXTURES USING WASTE FROM UZBEKISTAN MINING AND METALLURGICAL PLANT

Uchkun Gaziev¹, Shavkat Rakhimov²

*Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering,
13, Alisher Navoi st., Tashkent, Uzbekistan.*

E-mail: ¹ Gaziyeu.1941@mail.ru, ² raximov.12081979@mail.ru

Received 26 August 2020; accepted 25 September 2020.

Abstract. The article presents the optimal compositions and properties of backfill mixtures using waste rock sand, marble processing waste and copper smelting slag. It has been established that, in terms of their physical and mechanical characteristics, stowing mixtures based on waste are not inferior to mixtures based on natural materials. An analysis of previous studies has shown that very important positive results have been achieved in the field of improving energy efficiency and creating resource-saving technologies in the production of backfill mixtures to fill the mined-out spaces formed during ore mining. However, taking into account the tasks set for the mining industry of the Republic of doubling the extraction of minerals and the related analysis of the scientific results obtained on the development of energy and resource-saving technologies involving the use of industrial waste shows that in studies aimed at developing compositions of effective mixtures, in particular on obtaining backfill mixtures based on secondary products and chemical additives, there are insufficiently studied scientific problems, which indicates the need for a deeper study of these issues.

Keywords: backfill mixture, optimal compositions, copper smelting slags, marble processing waste, additive, waste rock sand.

Стремление повысить извлечение полезных ископаемых из недр, создание более благоприятных условий для раздельной выемки многосортных руд и обеспечение безопасности ведения подземных горных работ предопределили широкое развитие разработки месторождений системами с твердеющей закладкой выработанного пространства.

Анализ состояния производства закладочных смесей показал, что применение традиционных кальциевых вяжущих, в частности портландцемента, не позволяет получить закладочные смеси, отвечающие в полной мере необходимым требованиям. Рекомендуются же пути повышения их физико-механических характеристик, как правило, связаны с необходимостью значительного перерасхода вяжущего, использования природных ресурсов и технологических приемов, требующих дополнительных трудозатрат и расхода энергии [1, 2, 3, 4 и 5].

В связи с этим учеными и специалистами материаловедоведов проводятся исследования по повышению качества продукта и сокращению расходов по использованию местных сырьевых материалов и различных отходов промышленности в производстве закладочных смесей для заполнения горного выработанного пространства.

Анализ отечественной и зарубежной литературы показал, что в последние годы на объектах добычи руд с технологиями по закладке выработанного пространства произошел новый скачок. Намечилась тенденция все большего использования для приготовления твердеющей закладки в качестве вяжущего и наполнителей различных отходов и попутных продуктов промышленности, в первую очередь горнодобывающей, топливно-энергетической и химической.

Использование отходов выгодно как с экономической, так и с социальной точек зрения. Так по сравнению с применением природного

сырья исключаются затраты на геологоразведочные работы, на строительство и эксплуатацию карьеров, значительно уменьшаются затраты на топливо, энергию и транспорт, снижается себестоимость добываемой руды и готовой продукции, уменьшаются земельные угодья, занятые под отвалы, расширяется сырьевая база промышленности строительных материалов, а также решаются вопросы защиты окружающей среды от загрязнения [6, 7].

В производственной деятельности Алмалыкского горно-металлургического комбината образуются отходы, которые необходимо утилизировать и создавать специальные отвалы для их складирования.

Долгосрочное научно-техническое сотрудничество АГМК с Ташкентским архитектурно-строительным институтом в решении вопроса по рациональному использованию отходов комбината и применению их в закладочных смесях на протяжении двух десятков лет позволило существенно продвинуться в решении этой проблемы.

Ранее для комбината были разработаны составы закладочных смесей с применением золы-уноса Ангренской ГРЭС, отходов мраморного карьера «Кора-Хона», а также смеси на основе шлакощелочного вяжущего, на которые был получен патент Республики Узбекистан и подготовлены нормативные документы [8, 9 и 10].

В настоящее время в связи с завершением деятельности мраморного карьера, возникли проблемы по обеспечению комбината сырьевыми

материалами для приготовления закладочных смесей.

Для разработки новых оптимальных составов закладочных смесей выбраны и изучены следующие виды отходов, образующихся на самом комбинате:

- песок пустой горной породы, получаемый на дробильной установке на руднике «Каульды» после извлечения полезных ископаемых. Предельная крупность песка составляет 5 мм;
- отходы обработки мрамора, образующиеся от деятельности мраморного цеха комбината. Данная добавка используется как пластифицирующая и уменьшающая абразивные свойства песка пустой горной породы;
- шлаки медеплавильного производства в виде тонко измельченного порошка.

Из разнообразия шлаков металлургии не меньший интерес для строительства и производства строительных материалов представляет медеплавильный и никелевый шлаки. Общий вид отходов медеплавильного производства приведен на рисунке 1.

Следует отметить, что вышеперечисленные отходы не требуют дополнительной технологической переработки и применяются в естественном виде.

Разработка оптимальных составов закладочных смесей производилась с применением математического метода планирования эксперимента, проверенного расчетно-экспериментальным способом, с дальнейшим уточнением при



Рисунок 1. Общий вид отходов медеплавильного производства.

изготовлении пробных замесов в лабораторных условиях с испытанием фактических реологических и физико-механических характеристик закладочных смесей и затвердевших образцов. Методика испытаний образцов-кубов закладочных смесей на основе отходов с размерами граней 7 и 10 см соответствовала требованиям нормативных документов, предъявляемых к обычным строительным растворам. Сроки испытания образцов-кубов составляли 28 суток.

Отходы мраморного карьера после обработки на классификаторе имели гранулометрический состав, представленный в таблице 1. В этой же таблице приведен зерновой состав горного песка.

Результаты проведенных испытаний закладочных смесей с применением песка пустой породы, отходов обработки мрамора и шлаков медеплавильного производства приведены в таблицах 2, 3 и 4.

Таблица 1. Гранулометрический состав отходов мраморного карьера и горного песка

Наименование	Частные остатки на ситах, %						Прошло через сито 0,14	Количество глинистых и пылеватых частиц	Модуль крупности
	5	2,5	1,25	0,65	0,315	0,14			
Отходы мраморного карьера	0,15	15	15	25	16,5	18,5	9,5	07–09	1,7–1,9
Песок горный	1,5	12,0	9,0	19,5	15,5	14,0	28,5	1,5	1,0–1,2

Таблица 2. Оптимальные составы закладочных смесей с применением песка пустой породы для рудника «Каульды»

Номера составов	Количество материалов на 1 м ³ смеси, кг			Подвижность смеси, см	Средняя прочность на сжатие, МПа
	Портландцемент марки 400	Песок пустой породы, 5 мм и менее	Вода		
I	100	1 400	280	14–16	2,5
II	150	1 400	280	14–16	4,0
III	200	1 400	280	14–16	8,8
IV	250	1 400	280	14–16	9,7
V	300	1 400	280	14–16	13,5

Таблица 3. Оптимальные составы закладочных смесей с применением песка пустой породы и отходов обработки мрамора для рудника «Каульды»

Номера составов	Количество материалов на 1 м ³ смеси, кг				Подвижность смеси, см	Средняя прочность на сжатие, МПа
	Портландцемент марки 400	Песок пустой породы, 5 мм и менее	Отходы обработки мрамора	Вода		
I	100	1 000	400	300	14–16	1,0
II	150	1 000	400	300	14–16	1,5
III	200	1 000	400	300	14–16	6,0
IV	250	1 000	400	300	14–16	8,1
V	300	1 000	400	300	14–16	11,5

Таблица 4. Оптимальные составы закладочных смесей с применением шлаков медеплавильного производства и песка пустой горной породы

Компоненты	Исходные материалы ва 1 м ³ смеси, кг			
	Составы:			
Портландцемент	300	270	240	210
Медеплавильный шлак	0	30	60	90
Песок пустой горной породы	1 400	1 400	1 400	1 400
Вода	280	280	280	280
Средняя прочность на сжатие, МПа (28 сут.)	12,6	12,1	11,4	9,2
Средняя прочность на изгиб, МПа (28 сут.)	2,24	2,1	1,9	1,6

При разработке технологии укладки закладочных смесей в выработанное пространство выработаны и опробованы две схемы возведения искусственных массивов:

- возведение искусственных массивов с использованием однородной закладки с разнопрочной (двух-трехслойной) закладочной смесью;
- возведение искусственных массивов с использованием комбинированной (породно-твердеющей) закладки.

Сущность технологии возведения разнопрочного закладочного массива заключается в следующем. В очистных камерах (ствол шахты) первоначально закладывается нижняя часть на высоту 1,5–3,0 м составом закладочной смеси, обеспечивающим нормативную прочность до 1,0 МПа, в последнюю очередь (третий слой) первоначально

закладывается верхний слой на высоту не менее 0,5 м составом, обеспечивающим нормативную прочность 3–4,5 МПа. В среднем пористость закладочных смесей составляет – 18–21 %. Плотность твердеющей закладки определяли в результате взвешивания стандартных образцов кубической формы с размерами грани 7 и 10 см. Она составила от 1 750 до 1 830 кг/м³ [8, 11 и 12].

Анализ полученных данных позволяет сделать выводы о целесообразности дальнейшего исследования и использования отходов комбината для закладочных смесей, так как это расширяет номенклатуру используемых отходов, снижает себестоимость добываемой руды и готовой продукции, повышает прочностные показатели закладочных смесей, а также улучшает экологическую обстановку в регионе за счет ликвидации отвалов.

Литература

1. Ресурсосбережения при приготовлении закладочных смесей из отходов промышленности [Текст] / У. А. Газиев, Х. А. Ризаев, У. С. Оруджов [и др.] // Ресурсосберегающие технологии в строительстве : материалы Республиканской научно-технической конференции (2006, г. Ташкент). – Ташкент : [б. и.]. 2006. С. 103–106.
2. Газиев, У. А. Закладочные смеси для заполнения выработанного пространства на рудниках с использованием отходов промышленности [Текст] / У. А. Газиев // XVIII-ая Международная научно-практическая конференция «Инновация–2013» : сборник докладов по материалам конференции (16–18 октября 2013, Узбекистан, Ташкент). – Ташкент : [б. и.]. 2013. С. 47–50.

Reference

1. Gaziyeu, U. A.; Rizayev, Kh. A.; Orudzhov, U. S. [et. al.]. Resource saving in the preparation of filling mixtures from industrial waste [Text]. In: *Resource-saving technologies in construction : materials of the Republican scientific and technical conference*. Tashkent : [s. n.], 2006. P. 103–106. (in Russian)
2. Gaziyeu, U. A. Backfill mixtures for filling the worked-out space in mines using industrial waste [Text]. In: *XVIII-th International Scientific and Practical Conference «Innovation–2013» : proceedings on the materials of the conference*. Tashkent : [s. n.], 2013. P. 47–50. (in Russian)
3. Akramov, Kh. A.; Gaziyeu, U. A.; Rakhimov, Sh. T. Development of optimal compositions of filling mixtures using waste from the mining and

3. Акрамов, Х. А. Разработка оптимальных составов закладочных смесей с применением отходов горно-металлургической промышленности [Текст] / Х. А. Акрамов, У. А. Газиев, Ш. Т. Рахимов // *Инновационные технологии в строительстве*. 2015. Вып. 10. С. 32–34.
4. Газиев, У. А. Отходы промышленности в производстве строительных материалов и изделий [Текст]: учебник / У. А. Газиев. – Ташкент: ТАСИ, 2015. – 308 с.
5. Рахимов, Ш. Т. Отходы горнорудной промышленности для заполнения выработанного пространства [Текст] / Ш. Т. Рахимов, У. А. Газиев // *Исследование в строительстве, теплогазоснабжении и энергообеспечении: материалы международной научно-практической конференции (19–20 ноября 2016 г., Саратов)*. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова. 2016. С. 87–89.
6. Газиев, У. А. Отходы промышленности Республики Узбекистан в производстве эффективных строительных материалов [Текст] / У. А. Газиев, Ш. Т. Рахимов, Ф. Т. Курбонов // *Проблемы и перспективы развития инновационного сотрудничества в научных исследованиях и системе подготовки кадров: материалы международной научно-практической конференции (2017 г., Бухара)*. – Бухара: БухМТИ. 2017. С. 117–118.
7. Raximov, S. T. Development of optimal compositions and research of a physical and technical properties of benching mixtures based on industrial waste [Текст] / S. T. Raximov // *International Journal for Innovative Research in Multidisciplinary Field*. ISSN: 2455-0620; Scientific Journal Impact factor-IF=6.497. India. 2019. Vol. 5. Issue 8. P. 156–159.
8. Рахимов, Ш. Т. Разработка оптимальных составов, исследование физико-технических свойств, долговечности и эффективности закладочных смесей на основе отходов промышленности [Текст]: автореф. дисс... д-ра философии технических наук / Ш. Т. Рахимов. – Ташкент, 2020. – 35 с.
9. Газиев, У. А. Технологическая инструкция по приготовлению, транспортировке и укладке закладочных смесей с применением отходов промышленности [Текст] / У. А. Газиев. – Ташкент: [б. и.], 2016. – 8 с.
10. Патент IAP 06006 Узбекистан. Закладочная смесь для заполнения выработанного пространства [Текст] / Газиев У. А. Шакиров Т. Т., Рахимов Ш. Т.; патентообладатель ТАСИ. – № IAP 20160080; заявл. 09.03.2016; опубл. 20.09.2019. – 2 с.
11. Методические рекомендации по контролю качества закладочных смесей [Текст] / Академия наук СССР. – М.: Академия наук, 1990. – 50 с.
12. ГОСТ 5802-86. Растворы строительные. Методы испытаний [Текст]. – Взамен ГОСТ 5802-78; введ. 1986-07-01. – М.: Стандартинформ, 2018. – 18 с.
- metallurgical industry [Text]. In: *Innovative technologies in construction*. 2015. Issue 10. P. 32–34. (in Russian)
4. Gaziyeu, U. A. Industrial waste in the production of building materials and products [Text]: textbook. Tashkent: TIAC, 2015. 308 p. (in Russian)
5. Rakhimov, Sh. T.; Gaziyeu, U. A. Waste from the mining industry to fill the goaf [Text]. In: *Research in construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the international scientific and practical conference*. Saratov: Saratov State Vavilov Agrarian University, 2016. P. 87–89. (in Russian)
6. Gaziyeu, U. A.; Rakhimov, Sh. T.; Kurbonov, F. T. Industrial waste of the Republic of Uzbekistan in the production of effective building materials [Text]. In: *Problems and prospects for the development of innovative cooperation in scientific research and the system of personnel training: materials of the international scientific and practical conference*. Bukhara: BMTI, 2017. P. 117–118. (in Russian)
7. Raximov, S. T. Development of optimal compositions and research of a physical and technical properties of benching mixtures based on industrial waste [Text]. In: *International Journal for Innovative Research in Multidisciplinary Field*. ISSN: 2455-0620; Scientific Journal Impact factor-IF=6.497. India, 2019. Vol. 5. Issue 8. P. 156–159. (in English)
8. Rakhimov, Sh. T. Development of optimal compositions, study of physical and technical properties, durability and efficiency of filling mixtures based on industrial waste [Text]: Thesis abstract of D.Sc. in engineering / Tashkent, 2020. 35 p. (in Russian)
9. Gaziyeu, U. A. Technological instruction for the preparation, transportation and laying of filling mixtures using industrial waste [Text]. Tashkent: [s. n.], 2016. 8 p. (in Russian)
10. Patent IAP 06006 Uzbekistan. Backfill mixture to fill the goaf [Text] / Gaziyeu U. A., Shakirov T. T., Rakhimov Sh. T.; patent holder TIAC. – № IAP 20160080; declaration 09.03.2016; published 20.09.2019. 2 p. (in Russian)
11. USSR Academy of Sciences. Methodical recommendations for quality control of filling mixtures [Text]. M.: Academy of Sciences, 1990. 50 p. (in Russian)
12. GOST 5802-86. Building solutions. Test methods [Text]. M.: Standardinform, 2018. 18 p. (in Russian)

Газиев Учкун Абдуллаевич – кандидат технических наук, профессор кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций Ташкентского архитектурно-строительного института. Научные интересы: инновационные строительные материалы на основе отходов промышленности.

Рахимов Шавкат Турдимуратович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций Ташкентского архитектурно-строительного института. Научные интересы: закладочные смеси на основе отходов промышленности.

Газієв Учкун Абдуллаїрович – кандидат технічних наук, професор кафедри технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій Ташкентського архітектурно-будівельного інституту. Наукові інтереси: інноваційні будівельні матеріали на основі відходів промисловості.

Рахімов Шавкат Турдімуратович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій Ташкентського архітектурно-будівельного інституту. Наукові інтереси: закладні суміші на основі відходів промисловості.

Gaziev Uchkun – Ph. D.(Eng.), Professor of the Department of Technology of Building Materials, Products and Structures of Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering. Scientific interests: innovative building materials based on industrial waste.

Rakhimov Shavkat – Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Technology of Building Materials, Products and Structures of Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering. Scientific interests: stowing mixtures based on industrial waste.