

МРНТИ 67.15.39

Р.У. Нурымбетова<sup>1</sup> – основной автор, ©  
Р.А. Риставлетов<sup>2</sup>, Э.Н. Калшабекова<sup>3</sup>,  
С.Т. Дуйсенбаева<sup>4</sup>, Р.Б. Кудабаяев<sup>5</sup>



<sup>1</sup>Докторант, <sup>2,4</sup>Канд. техн. наук, доцент,  
<sup>3</sup>Канд. техн. наук, профессор, <sup>5</sup>PhD, ст. преподаватель

ORCID

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-5644-6410> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-7106-6611>  
<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-9941-688X> <sup>4</sup><https://orcid.org/0009-0009-4031-370X>  
<sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0003-3482-8423>



<sup>1,2,3,5</sup>Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, г. Шымкент,  
Казахстан

<sup>4</sup>Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан



<sup>1</sup>[raushan.nurymbetova.84@bk.ru](mailto:raushan.nurymbetova.84@bk.ru)

<https://doi.org/10.55956/ZSJC3549>

## ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ СВИНЦОВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Аннотация.** В данной статье представлены материалы исследований направленные на разработку технологии по утилизации свинцовых шлаков АО Южполиметалл с целью использования их в качестве мелкого заполнителя и минеральных добавок для бетонов с заданными эксплуатационными свойствами. Результаты физико-химических исследований установлено наличие в свинцовых отходах кальцита, кварцита, доломита, железистых соединений для использования в виде заполнителей и минеральных добавок для бетонов. Определено, что при частичной замене на 50% природного сырья заполнителями на основе свинцовых отходов марочная прочность бетона повышается на 13,3%, чем у контрольного состава, установлено, что именно составы с 50% заменой природного заполнителя на свинцовые отходы показывают самые высокие прочностные характеристики. При полной замене заполнителей на данные отходы прочность бетона на сжатие снижается. Получены тяжелые бетоны прочностью на сжатие до 58,6 МПа, но в связи с тем, что в исследуемых отходах свинцового производства содержатся до 33% железистых соединений, до 5% оксидов меди, цинка и бария целесообразно применение свинцовых шлаков в качестве заполнителей после извлечения из нее металлов.

**Ключевые слова:** тяжелый бетон, свинцовые отходы, заполнители, утилизация отходов.



Нурымбетова, Р.У. Возможности применения отходов свинцового производства в производстве строительных материалов [Текст] / Р.У. Нурымбетова, Р.А. Риставлетов, Э.Н. Калшабекова, С.Т. Дуйсенбаева, Р.Б. Кудабаяев // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №3(85). – С.229-239.  
<https://doi.org/10.55956/ZSJC3549>

**Введение.** В Казахстане в связи с ростом добычи и переработки минерального сырья образовались огромные количества промышленных отходов. На предприятиях горнопромышленного производства в отвалах и

хвостохранилищах находится более 20 миллиардов тонн техногенных минеральных образований, ежегодно образуется около 700 миллионов тонн техногенных отходов, а переработка их не достигается даже 10% [1].

Актуальность проблемы утилизации техногенных отходов промышленности в настоящее время связана как с обострением общего экологического кризиса в мире, так и возрастанием дефицита природных ресурсов. В странах СНГ ежегодно перерабатывается всего около 20% техногенных отходов несмотря на то, что многие отходы по своему составу и свойствам близки к природному сырью, тогда как в мире этот показатель достигает 85-90% [2,3].

Анализ практики переработки и применения горнопромышленных отходов показывают, что техногенные отходы не могут быть использованы из-за нерентабельности их переработки и из-за несовершенства технологии их вторичного применения, хотя по своей ресурсной ценности отходы горнодобывающей, горно-перерабатывающей, металлургической, топливно-энергетической отраслей являются перспективным, заскладированным и постоянно пополняемым минеральным сырьем техногенного происхождения [4], и наибольшие объемы их утилизации приходится на вскрышные и вмещающие породы предприятий черной и цветной металлургии, которые используются для получения щебня, гравия, песка для дорожных покрытий, для отсыпки дамб хвостохранилищ, рекультивации нарушенных земель и т.д [5].

Только на юге Казахстана имеются огромные запасы отходов, потенциально пригодных для применения, один из которых металлургические отходы шлак свинцового производства АО «Южполиметалл» – 2,3 млн тонн [6] и по масштабам загрязнения тяжелыми металлами город Шымкент и близлежащие районы Туркестанской области входит в число экологически неблагополучных территорий Казахстана, основным и опасным загрязнителем здесь является свинец, «поставляемый» свинцовыми отходами.

Химическим методом анализа установлено, что среднее содержание токсичных металлов в шлаках свинцового производства составляет в (%): свинца – 2-2,7; цинка – 9,5-10,3; меди – 0,9-1,1; железа – 25,0-25,6; оксида кремния – 24,3-25,0; оксида кальция – 16,0-16,4; оксида калия – 1,0-1,8; серы – 1,0-1,7 и влаги до 3% от общего веса проб. [7].

Исследованиями авторов [8] определено, что свинцовые отходы содержат большое количество тяжелых металлов, что не позволяет использовать их в производстве шлакопортландцементов. Однако портландцементный клинкер способен к физико-химическим взаимодействиям с тяжелыми металлами с образованием водонерастворимых соединений и их закупориванием в «капсуле» из продуктов гидратации.

Результаты исследования показывают, что шлаки свинцового производства содержат до 75-85% оксидов железа, кальция и кремния, поэтому прямое применение свинцовых отходов в производстве строительных материалов нецелесообразно. После извлечения цветных металлов шлаки можно использовать в производстве цемента, строительных материалов и установке тротуарных плиток [9].

Для получения свинца и его сплавов из техногенных отходов, в котором свинец содержится в виде оксидах, сульфатах, сульфидах и других соединениях, в мировой практике используются в основном пирометаллургические методы [10,11].

Специалисты предлагают извлечь из «свинцового» шлака цветные металлы путем хлоридовозгоночного метода. При температуре около 1100-1200°C начинается отгонка всех цветных металлов, это: серебро, золото, цинк, свинец, а оставшиеся силикатсодержащие отходы переработать в стройматериалы [12].

Таким образом, свинцовые отходы АО «Южполиметалл» имеют определенную ценность. В нем содержится много полезных компонентов для черной и цветной металлургии, кроме того их можно использовать в качестве минерального сырья для строительной промышленности, в дорожном, гидравлическом и других видах строительства. Разработка этих отходов позволит не только расширить минерально-сырьевую базу, получать больше продукции, но и снизить загрязнение окружающей среды, но самым экономическим и эффективным методом для уменьшения отрицательного влияния отвалов на экологическую обстановку города является его дальнейшая переработка с получением целевых продуктов, и последующим применением оставшиеся отходов в производстве строительных материалов и изделий.

**Условия и методы исследований.** Рентгенодифрактометрический анализ отхода Шымкентского свинцового завода идентифицировал наличие минералов  $\text{CaCO}_3$  (карбонат кальция)  $d=(3,849-3,029-2,49-2,29-2,089-1,912\text{Å})$ ,  $\text{SiO}_2$  (кварцит)  $d=(4,24-3,34-2,45-2,12-1,82-1,52\text{Å})$ ,  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  (доломит)  $d=(2,883-2,22-1,84\text{Å})$ . Результаты анализа приведены на рисунке 1.

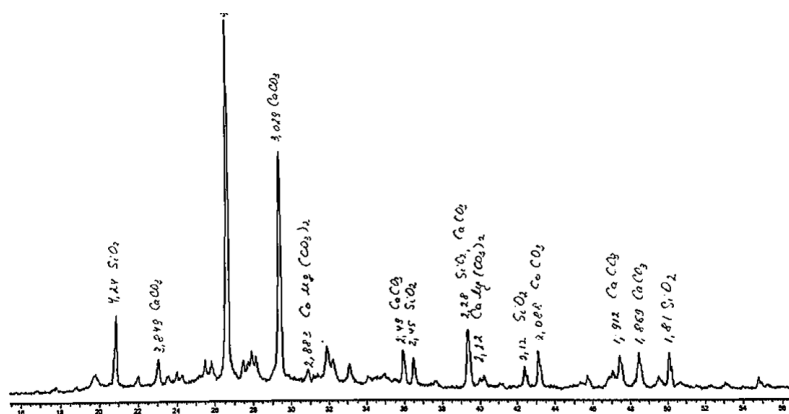


Рис. 1. Рентгенодифрактометрический анализ отхода Шымкентского свинцового завода

Для определения химического состава шлаков свинцового производства были проанализированы результаты растровой электронной микроскопии выполненные на растровом электронном микроскопе (РЭМ) JEOL-6490 LV. Рентгенодифрактометрический анализ и структурным анализом существует разница, дело в том что карбонат кальция, кварцит и доломит находятся в кристаллической решетке, а оксиды железа, меди, цинка и бария находятся в качестве примесей в аморфной и стекловидной фазе. О чем свидетельствует РЭМ в котором видна кристаллы доломита, кварцита и кварца, а между ними аморфная фаза (рис. 2).

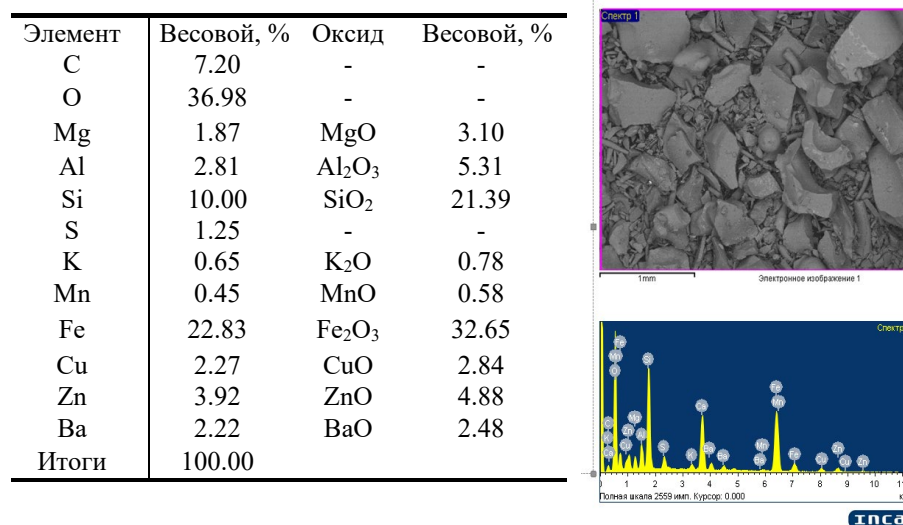


Рис. 2. Распределение элементов по результатам электронной микроскопии отходов свинцового производства

Приведены результаты дифференциально-термического анализа отхода свинцового производства на дериватографе Q 1500 D (Demo) системы L.Erdey в воздушной среде, в диапазоне температур от 20 до 1000°C, режим нагрева – динамический ( $dT/dt = 10$ ), эталонное вещество – прокаленный Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, навеска пробы – 500 мг с ценой деления шкалы изменения веса образца – 500 μV. При исследованиях выявились следующие параметры: чувствительность весов 100 мг, чувствительность прочих измерительных систем прибора: DTA = 250 μV, DTG = 500 μV, TG = 500 μV T = 500 μV. Используемый метод основан на регистрации прибором изменений термохимических и физических параметров вещества, которые могут быть вызваны в процессе его нагревания. Термохимическое состояние пробы описывается кривыми: T (температурной), DTA (дифференциальной термоаналитической), TG (термогравиметрической) и DTG (дифференциальной термогравиметрической), последняя кривая является производной от TG–функции.

Основные термохимические параметры, полученные при термической обработке испытываемого свинцового шлака, позволили выявить характер деструкций термически активных компонентов. Идентификация состава порошковой пробы проводили по морфологиям термических кривых и полученных численных значений интенсивностей эндо – и экзотермических эффектов, с использованием сопряженных с ними термогравиметрических показаний TG – линий. Результаты анализа с описаниями термического поведения мономинеральных проб, изложенных в других справочных источниках и накопленных в банке данных лаборатории, проводившей эти исследования. Образец шлака в режиме динамического нагревания на (DTA-, DTG- и TG-) кривых в разных интервалах температур оставил серию эффектов, вызванных эндо- и экзотермическими реакциями, как показано на рисунке 3.

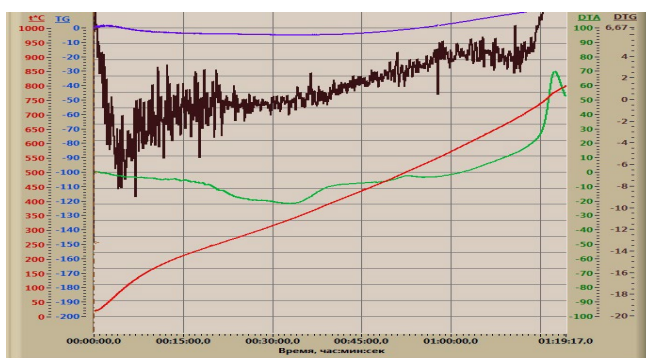


Рис. 3. Результаты анализа с описаниями термического поведения свинцового шлака

В пределах невысоких температур (20-200°C) в исследуемой системе отмечен эндотермический эффект с потерей веса  $\Delta m_1$ , равной 1,75% от массы образца, которая указывает на потерю влажности образца. После процесса обезвоживания энтальпия системы в промежутке 200-280°C, практически не меняется, что вызвано отсутствием потери веса в этом интервале температур. Следует отметить, что в интервале 280-930°C термогравиметрическая кривая (TG) неуклонно смещается вверх – в сторону увеличения массы образца, что вызвано привнесением в систему атмосферного кислорода. Увеличение массы сопровождается подъемом линии ДТА-кривой, которая в пределах 640-800°C оформила четко выраженные экзотермические пики при 700 и 740°C. Процессы, вызвавшие привнесение тепла в систему, связаны с окислением железистых компонентов пробы. В отмеченных пределах температур обычно формируются оксиды железа, обогащенные кислородом. Указанные высокотемпературные пики вызваны переходом окисла железа из нижнего уровня кислотности в высший уровень. При более высокой температуре (930°C), увеличение массы образца достигает своего предела ( $\Delta m_2 = -6\%$ ). И дальнейшее нагревание образца (до 1000°C) приводит к снижению его массы на 0,25%.

Результаты физико-химических исследований показывают, что в свинцовом шлаке содержится достаточно высокая доля соединений цветных металлов.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Результаты физико-химического анализа подтвердили наличие в шлаке таких минералов как кальцит ( $\text{CaCO}_3$ ), кварцит ( $\text{SiO}_2$ ), доломит ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ), оксид железа и т.д., которые широко применяются в качестве мелкого и крупного заполнителя в производстве тяжелых бетонов. Для исследования возможности применения свинцовых отходов в производстве тяжелых бетонов были определены качественные характеристики отходов (табл. 1) и разработаны составы тяжелого бетона с использованием свинцового шлака в качестве мелкого и крупного заполнителей (рис. 4).

Как показали исследования модуль крупности заполнителей из свинцовых отходов равен  $M_{кр} = 3,34$ . Кроме того, эти отходы содержат до 3% мелкой фракции, прошедшей через сито 0.16 мм, которые частично заменяют часть цементного вяжущего, и в этих частичках присутствует аморфный кремнезем  $\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , который легко вступает в реакцию с гидроксидом кальция, который образуется в процессе реакций гидратации вяжущего, в

результате повышается содержание гидратированных силикатов кальция CSH. Использование такой мелкой фракции отсевов в бетоне понижает все слабые связи с цементным камнем с образованием максимально прочных и энергетически сильных более или менее однородных микрочастиц. Чем мельче зерна мелкой фракции отсевов дробления отходов, тем они более активны. Микропорошки отходов интегрируются в структуру бетона и увеличивают удельную поверхность зерен цемента [13].

Таблица 1

Основные физико-механические характеристики отходов Шымкентского свинцового завода по ГОСТ 8735-88 СТ РК 1217-2003

Полные остатки (%) на ситах, мм						Модуль крупности	Пустотность %	Истинная плотность кг/м <sup>3</sup>	Насыпная плотность кг/м <sup>3</sup>
5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16				
0,8	4,6	16,8	62,4	88,4	97,4	3,34	11,8	3441	3846

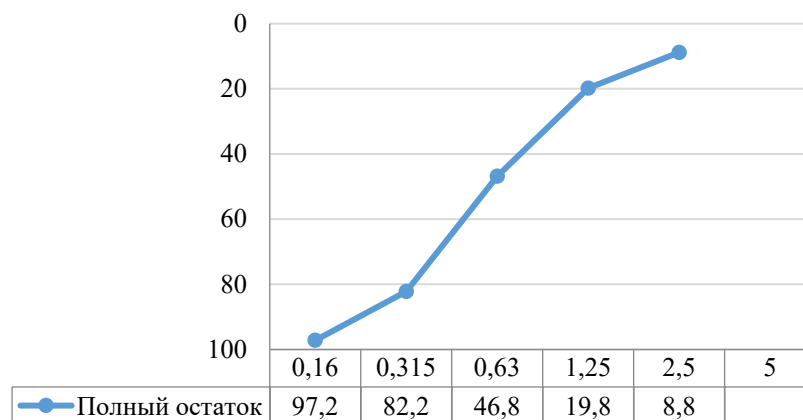


Рис. 4. Зерновой состав заполнителей из свинцового шлака

Исследованиями установлено, что по основным характеристикам заполнители на основе свинцовых отходов не уступают своим природным аналогам.

Для дальнейших исследований были подобраны составы тяжелого бетона с частичной и полной заменой природных заполнителей на техногенные отходы.

В таблице 2 приведены составы бетонов на традиционных заполнителях и с различным содержанием песка и щебня с заменой на 25%, 50%, 100% на свинцовые отходы, а также свойства бетонной смеси и бетона на основе этих заполнителей.

Таблица 2

Исследование удобоукладываемости бетонных смесей на основе свинцовых отходов

Наименование бетонных смесей	Подвижность (см)	Жесткость (сек)
Контрольный состав на традиционных заполнителях	1	
На заполнителях свинцшлак (25%)		16
На заполнителях свинцшлак (50%)	5	
На заполнителях свинцшлак (100%)	3	

Исследования влияния свинцовых отходов на основные свойства бетонной смеси показали, что заполнители из свинцового шлака снижает водопотребность бетонной смеси по отношению к контрольному составу (табл. 3, рис. 5).

Таблица 3.

Влияние свинцовых шлаков на кинетику набора прочности бетона

Состав бетона	Прочность 7 суток, МПа	Прочность 14 суток, МПа	Прочность 28 суток, МПа
Контрольный состав на традиционных заполнителях	33,7	51,4	51,7
№1 Свинцовый шлак (25%)	41,6	49,3	50,5
№2 Свинцовый шлак (50%)	36,1	39,3	58,6
№3 Свинцовый шлак (100%)	38,98	44,7	49,3

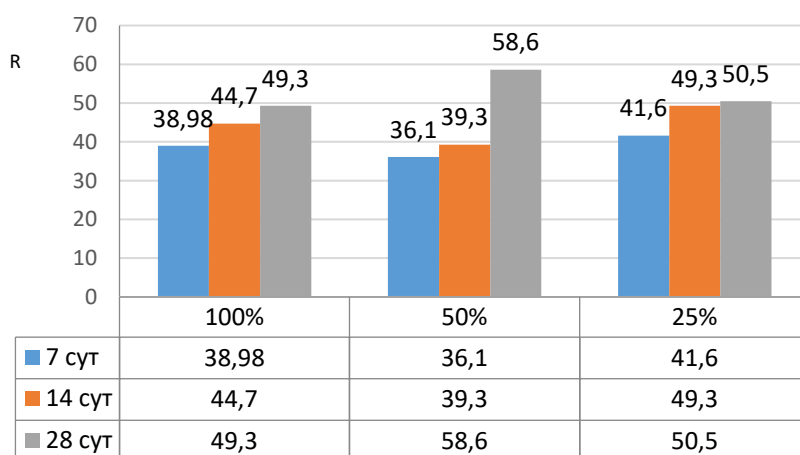


Рис. 5. Влияние свинцового шлака на кинетику набора прочности бетона

В равноподвижных смесях самый быстрый набор прочности наблюдается в смесях с 25% заменой природных заполнителей на свинцовые отходы, но самая высокая марочная прочность у образцов с 50% заменой природного заполнителя на отходы свинцового производства.

Прочность сцепления цементного камня с заполнителем является одним из определяющих факторов прочности бетона. Согласно [14] прочность сцепления цементного камня с зернами заполнителей зависит от многих факторов, в частности: формы и шероховатости поверхности зерен заполнителей и степени их чистоты; химико-минералогического состава зерен заполнителей; прочности цементного камня; наличия минеральных добавок, увеличивающих силу сцепления; количества микродефектов структуры в контактной зоне.

В данном случае прочность сцепления цементного камня с зернами заполнителей повышается за счет шероховатости поверхности зерен заполнителей, к тому же портландцементный клинкер вступает в физико-химическую связь с тяжелыми металлами в составе свинцового шлака с образованием водонерастворимых соединений и их закупориванием в «капсуле» из продуктов гидратации.

На рисунке 6 представлена микрофотография контактной зоны между цементным камнем и заполнителем из свинцового шлака. Наблюдается

близкая контактная адгезия, за счет шероховатости и неровности поверхности. Это происходит по видимому из-за того, что диоксид кремния заполнителя вступает в реакцию с гидроксидом кальция образуя низкоосновные гидросиликаты кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{SiO}_2 + m\text{H}_2\text{O} = \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ .

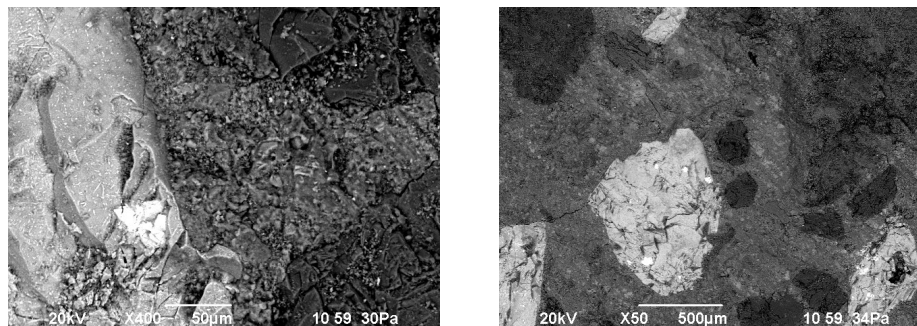


Рис. 6. Микрофотография контактной зоны бетона на основе свинцового шлака

**Заключение.** Результаты физико-химических исследований показали наличие в свинцовых отходах кальцита, кварцита, доломита и железистых соединениях пригодных для использования в виде заполнителей и минеральных добавок для бетонов.

Установлено, что при частичной замене (на 50%) природного сырья заполнителями на основе свинцовых отходов марочная прочность бетона повышается на 13,3% чем у контрольного состава. Исследования показали, что именно составы с 50% заменой природного заполнителя на свинцовые отходы показывают самые высокие прочностные характеристики. Но при полной замене заполнителей на данные отходы прочность бетона на сжатие снижается.

Обоснована возможность получения тяжелых бетонов из бетонных смесей на основе заполнителей свинцового производства. Получены тяжелые бетоны прочностью на сжатие до 58,6 МПа, но в связи с тем, что в исследуемых отходах свинцового производства содержатся до 33% железистых соединений, до 5% оксидов меди, цинка и бария целесообразно применение свинцовых шлаков в качестве заполнителей после извлечения из нее металлов.

#### Список литературы

1. Методическое руководство по изучению и оценке техногенных минеральных объектов, представляемых на государственную экспертизу недр [Текст] // Постановление Правительства Республики Казахстан от 21 января 2000 года № 108 «Об утверждении Правил предоставления права недропользования в Республике Казахстан».
2. Котляр, В.Д. Техногенное сырье для производства строительных материалов [Текст]: учебное пособие / В.Д. Котляр, Б.В. Талпа, Ю.В. Терехина. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2014.– 98 с.
3. Арынгазин К.Ш. Использование отходов производства [Текст]: учебно-методическое пособие / К.Ш. Арынгазин и др. – Павлодар: Кереку, 2016. – 61 с.
4. Кун Конненхолл. СЕМБUREAU — цементный и энергетический рынок в Европе и мире [Текст] // Цемент и его применение. – 2013. – № 3. – С. 22-33.
5. Gökçe H.S., Yalçınkaya Ç., Tuyan M. Optimization of reactive powder concrete by means of barite aggregate for both neutrons and gamma rays // Construction and Building Materials, 2018. No. 189. P. 470-477.



6. Таймасов, Б.Т. Минерально-сырьевые источники для энергосберегающего производства портландцементного клинкера [Текст] / Б.Т.Таймасов, Н.Н. Жаникулов, А.Р. Калтай // Комплексное использование минерального сырья. – 2016. – № 2.
7. Vagova Z., Zhantasov K., Turebekova G. et al. Method for extraction of lead and zinc oxides from slag wastes of lead production. The author's work № EC-01-003041. – 2020. 11.24.2020
8. Земнухова, Л.А. Шлаки цветной металлургии: вымывание тяжелых металлов и перспективы использования в строительстве [Текст] / Л.А. Земнухова, Н.А. Фалалеева // Вестник ДВО РАН. – 2011. – №5 (159).
9. Панышин, А.М. Гравитационная технология переработки шлаков свинцового производства [Текст] / А.М. Панышин, С.И. Евдокимов, А.А. Солоденко // ГИАБ. – 2008. – №4.
10. Смирнов, М.П. Организация экологически чистого гидроэлектрохимического производства свинца из вторичного сырья в России [Текст] / М.П. Смирнов, В.С. Сорокина, Р.А. Герасимов // Цветные металлы. – 1996. – № 9. – С. 13-17.
11. Фечко, П. Утилизация свинецсодержащих металлургических отходов [Текст] / П. Фечко, Л. Чернотова, В Чаблик и др. // Обогащение руд. – 2005. – № 4. – С. 43-45.
12. Шевко, В.М. Разработка физико-химических основ и комплексных хлоридо-и восстановительно-возгоночных технологий извлечения цветных металлов из отходов цветной и черной металлургии [Текст]: дис. ... [?]/ В.М. Шевко. – Гос. НИИ цветных металлов, 1992.
13. Балыков, А.С. Разработка составов высокопрочных мелкозернистых бетонов на природном и техногенном заполнителях и критериев оценки их эффективности [Текст] / А.С. Балыков, Т.А Низина., Л.В. Макарова // Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, Высокопрочные Цементные Бетоны: Технологии, Конструкции, Экономика. – 2016. – С. 19.
14. Шейкин, А.Е. Структура и свойства цементных бетонов [Текст] / А.Е. Шейкин, Ю.В. Чеховский, М.И. Бруссер. – М.: Стройиздат, 1979. – 344 с.

*Материал поступил в редакцию 12.07.24.*

**Р.У. Нурымбетова<sup>1</sup>, Р.А. Риставлетов<sup>1</sup>,  
Э.Н. Калшабекова<sup>1</sup>, С.Т. Дуйсенбаева<sup>2</sup>, Р.Б. Кудабаев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан

<sup>2</sup>М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан

#### **ҚҰРЫЛЫС МАТЕРИАЛДАРЫН ӨНДІРУДЕ ҚОРҒАСЫН ӨНДІРІСІНІҢ ҚАЛДЫҚТАРЫН ҚОЛДАНУ МҮМКІНДІКТЕРІ**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада Южполиметалл АҚ қорғасын шлактарын берілген пайдалану қасиеттеріне ие бетондар үшін ұсақ майда толтырғыш және минералды қоспалар ретінде пайдалану мақсатында кәдеге жарату технологиясын әзірлеуге бағытталған зерттеу материалдары келтірілген. Физика-химиялық зерттеулердің нәтижелері қорғасын қалдықтарында кальцит, кварцит, доломит және бетондарға арналған толтырғыштар мен минералды қоспалар түрінде қолдануға жарамды темірлі қосылыстардың болуын анықтады. Табиғи шикізатты қорғасын қалдықтары негізіндегі агрегаттармен ішінара 50% - ға ауыстырған кезде бетонның маркалық беріктігі бақылау құрамына қарағанда 13,3% - ға артатыны анықталды, бұл табиғи агрегатты қорғасын қалдықтарына 50% ауыстыратын құрамдар ең жоғары беріктік сипаттамаларын көрсететіні анықталды. Толтырғыштарды осы қалдықтарға

толығымен ауыстырған кезде бетонның қысу беріктігі төмендейді. 58,6 МПа дейін қысу беріктігі бар ауыр бетондар алынды, бірақ зерттелетін қорғасын өндірісінің қалдықтарында 33% - ға дейін безді қосылыстар, 5% - ға дейін мыс, мырыш және барий оксидтері бар болғандықтан, одан металдарды бөліп шығарғаннан кейін қорғасын шлактарын толтырғыш ретінде қолданған жөн.

**Тірек сөздер:** ауыр бетон, қорғасын қалдықтары, толтырғыштар, қалдықтарды кәдеге жарату.

**R. Nurymbetova<sup>1</sup>, R. Ristavletov<sup>1</sup>,  
E. Kalshabekova<sup>1</sup>, S. Duisenbayeva<sup>2</sup>, R. Kudabaev<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan*

<sup>2</sup>*Taraz Regional University named after M.Kh. Dulaty, Taraz, Kazakhstan*

### **THE POSSIBILITIES OF USING LEAD PRODUCTION WASTE IN THE PRODUCTION OF CONSTRUCTION MATERIALS**

**Abstract.** This article presents research materials aimed at developing technology for the utilization lead slags of Yuzhpolymeral JSC in order to use them as a fine aggregate and mineral additives for concretes with specified performance properties. The results of physico-chemical studies have established the presence of calcite, quartzite, dolomite, ferruginous compounds in lead waste for use as aggregates and mineral additives for concrete. It was determined that when partially replacing 50% of natural raw materials with aggregates based on lead waste, the grade strength of concrete increases by 13.3% than that of the control composition, it was found that it is compositions with 50% replacement of natural filler with lead waste that show the highest strength characteristics. With the complete replacement of aggregates with these wastes, the compressive strength of concrete decreases. Heavy concretes with a compressive strength of up to 58.6 MPa were obtained, but due to the fact that the studied lead production waste contains up to 33% ferrous compounds, up to 5% copper, zinc and barium oxides, it is advisable to use lead slags as fillers after extracting metals from it.

**Keywords:** heavy concrete, lead waste, aggregates, waste disposal.

#### **References**

1. Metodicheskoye rukovodstvo po izucheniyu i otsenke tekhnogennykh mineral'nykh ob'yektov, predstavlyayemykh na gosudarstvennyuyu ekspertizu nedr. Postanovleniye Pravitel'stva Respubliki Kazakhstan ot 21 yanvarya 2000 goda № 108 «Ob utverzhdenii Pravil predostavleniya prava nedropol'zovaniya v Respublike Kazakhstan». [Methodological guidelines for the study and assessment of technogenic mineral objects submitted for state subsoil examination. Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated January 21, 2000 No. 108 "On approval of the Rules for granting subsoil use rights in the Republic of Kazakhstan"]
2. Kotlyar, V.D., Talpa, B.V., Terèkhina, YU.V. Tekhnogennoye syr'ye dlya proizvodstva stroitel'nykh materialov [Technogenic raw materials for the production of building materials]: tutorial. – Rostov n/D: Rostov. state construction University, 2014.– 98 p., [in Russian].
3. Aryngazin K.SH. et al. Ispol'zovaniye otkhodov proizvodstva [Use of production waste]: tutorial. – Pavlodar: Kereku, 2016. – 61 p., [in Russian].
4. Koon Connenhall. CEMBUREAU — tsementnyy i energeticheskiy rynek v Yevrope i mire [CEMBUREAU — cement and energy market in Europe and the world] // Tsement i yego primeneniye [Cement and its application], 2013. No. 3. P. 22-33, [in Russian].

5. Gökçe H.S., Yalçinkaya Ç., Tuyan M. Optimization of reactive powder concrete by means of barite aggregate for both neutrons and gamma rays // *Construction and Building Materials*, 2018. No. 189. P. 470-477.
6. Taymasov B.T.б Zhanikulov N.N., Kaltay A.R. Mineral'no-syr'yevyye istochniki dlya energosberegayushchego proizvodstva portlandtsementnogo klinkera [Mineral raw material sources for energy-saving production of portland cement clinker] // *Kompleksnoye ispol'zovaniye mineral'nogo syr'ya* [Complex use of mineral raw materials], 2016. No. 2, [in Russian].
7. Bagova Z., Zhantassov K., Turebekova G. et al. Method for extraction of lead and zinc oxides from slag wastes of lead production. The author's work № EC-01-003041. – 2020. 11.24.2020
8. Zemnukhova L.A., Falaleyeva N.A. Shlaki tsvetnoy metallurgii: vymyvaniye tyazhelykh metallov i perspektivy ispol'zovaniya v stroitel'stve [Non-ferrous metallurgy slags: leaching of heavy metals and prospects for use in construction] // *Vestnik DVO RAN* [Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences], 2011. No. 5 (159), [in Russian].
9. Pan'shin A.M., Yevdokimov S.I., Solodenko A.A. Gravitatsionnaya tekhnologiya pererabotki shlakov svintsovogo proizvodstva [Gravity technology for processing lead production slags] // *GIAB*, 2008. No. 4, [in Russian].
10. Smirnov M.P., Sorokina V.S., Gerasimov R.A. Organizatsiya ekologicheskogo gidroelektrokhimicheskogo proizvodstva svintsa iz vtorignogo syr'ya v Rossii [Organization of environmentally friendly hydroelectrochemical production of lead from secondary raw materials in Russia] // *Tsvetnyye metally* [Non-ferrous metals], 1996. No. 9. P. 13-17, [in Russian].
11. Fechko P., Chernotova L., Chablik V et al. Utilizatsiya svinetsosoderzhashchikh metallurgicheskikh otkhodov [Utilization of lead-containing metallurgical waste] // *Obogashcheniye rud* [Ore enrichment], 2005. No. 4. P. 43-45, [in Russian].
12. Shevko, V.M. Razrabotka fiziko-khimicheskikh osnov i kompleksnykh khlorido-i vosstanovitel'no-vozhgonochnykh tekhnologiy izvlecheniya tsvetnykh metallov iz otkhodov tsvetnoy i chernoy metallurgii [Development of physicochemical foundations and complex chloride and reduction-sublimation technologies for the extraction of non-ferrous metals from non-ferrous and ferrous metallurgy waste]: dis. ... [?]. – State Research Institute of Non-Ferrous Metals, 1992, [in Russian].
13. Balykov A.S., Nizina T.A., Makarova L.V. Razrabotka sostavov vysokoprochnykh melkozemnistykh betonov na prirodnom i tekhnogennom zapolnitelyakh i kriteriyev otsenki ikh effektivnosti [Development of compositions of high-strength fine-grained concretes on natural and technogenic fillers and criteria for assessing their effectiveness] // *Natsional'nyy issledovatel'skiy Mordovskiy gosudarstvennyy universitet im. N.P. Ogareva, Vysokoprochnyye Tsementnyye Betony: Tekhnologii, Konstruktsii, Ekonomika* [National Research Mordovian State University named after N.P. Ogarev, High-Strength Cement Concretes: Technologies, Designs, Economics], 2016. P. 19, [in Russian].
14. Sheykin, A.Ye., Chekhovskiy, YU.V., Brusser, M.I. Struktura i svoystva tsementnykh betonov [Structure and properties of cement concretes],. – Moscow: Stroyizdat, 1979. – 344 p., [in Russian].