

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Работа посвящена актуальной проблеме использования вторичных ресурсов и расширению области их применения.*

*На сегодняшний день до 5% переработанного сырья на производстве промышленных предприятий входит в состав себестоимости готовой продукции, остальное сырьё после переработки, как правило, попадает в отходы производства, из которых утилизируется примерно 34%, а остальное складывается в отвалах.*

*Складирование, хранение и захоронение отходов промышленности в многочисленных отвалах является крупной экономической и экологической проблемой. В связи с этим приоритетным направлением развития науки, техники и технологий в Российской Федерации сегодня является использование вторичных материальных ресурсов.*

*Для многих предприятий на протяжении длительного времени актуальной задачей является разработка прогрессивных технологий, обеспечивающих рециклинг производственных процессов, повышение эффективности использования сырья и снижение затрат на производство.*

*В данной работе рассмотрены основные виды отходов производства промышленных предприятий, применяемых в строительном производстве. А также представлен алгоритм оценки экономической эффективности использования в строительном производстве вторичного сырья.*

*Применение в строительном производстве отходов промышленности позволит утилизировать существующие отвалы и вновь получаемые отходы и приведет к увеличению ассортимента продукции и улучшению экологической обстановки.*

*Таким образом, целью данной работы стало проведение анализа существующей проблематики применения отходов промышленности и выявление направления снижения экологических рисков, возникающих в результате нерационального и некачественного их использования.*

*В соответствии с поставленной целью было проведено изучение состояния вопроса, выявлены основные проблемы утилизации и складирования отходов производства, особенности их применения в строительной отрасли.*

*Предложен алгоритм оценки экономической эффективности использования в строительном производстве вторичного сырья, получаемого из отходов промышленности и сформулированы мероприятия по снижению экологических рисков.*

**Ключевые слова:** *вторичные ресурсы, отходы, шлак, строительные материалы, рециклинг, экология.*

## USE OF SECONDARY RESOURCES IN MODERN CONSTRUCTION

*The work focuses on the current issue of the use of secondary resources and the expansion of their application.*

*Today, up to 5% of processed raw materials in the production of industrial enterprises is part of the cost of finished products, the rest of the raw materials after processing, as a rule, gets into the waste of production, from which about 34%, and the rest is stored in dumps.*

*The storage of industrial waste in numerous dumps is a major economic and environmental problem. In this regard, the priority direction of the development of science, technology and technology in the Russian Federation today is the use of secondary material resources.*

*For many enterprises, the development of advanced technologies that provide recycling of production processes, increase the efficiency of raw materials and reduce production costs has been an urgent task for many enterprises.*

*This paper presents the main types of waste produced by industrial enterprises used in construction production. It also presents an algorithm for assessing the cost-effectiveness of use in the construction production of recycled materials.*

*The use of industrial waste in construction production will allow the disposal of existing dumps and newly obtained waste and will lead to an increase in the range of products and improved environmental conditions.*

*Thus, the purpose of this work was to analyze the existing problems of industrial waste management and to identify a direction to reduce environmental risks arising from irrational and substandard use.*

*In accordance with the goal, the state of the issue was studied, the main problems of recycling and warehousing from production, the peculiarities of their use in the construction industry were identified.*

*An algorithm to assess the cost-effectiveness of use in construction production of recycled materials industry's raw materials and formulated measures to reduce environmental risks.*

**Keywords:** *secondary resources, waste, slag, building materials, recycling, ecology.*

Экологическая результативность предприятий реального сектора экономики привлекает всё большее внимание со стороны мировой общественности. Снижение влияния производственных рисков с целью сохранения невозполнимых природных ресурсов является глобальной задачей и в нашей стране. Одним из вариантов её решения – это использование отходов промышленности как в технологиях безотходного производства в рамках производственного рециклинга, так и в процессе применения вторичных отходов на предприятиях других отраслей экономики.

Ни для кого не секрет, что только около 2-5% переработанного сырья на производстве промышленного предприятия войдёт в состав себестоимости готовой продукции, остальное сырьё после переработки, как пра-

вило, попадает в отходы производства, повышая экономические риски предприятия и серьёзно ухудшая экологию территории. Изменяется состав грунтовых и поверхностных вод близлежащих водоёмов, загрязняется атмосфера, меняется ландшафт и растительность территории [1,2].

Производственные предприятия уже на протяжении многих десятилетий ставят перед собой задачу разработки прогрессивных технологий, обеспечивающих рециклинг производственных процессов, повышение эффективности использования сырья и снижение затрат на производство. Создаются и успешно развиваются структуры экологического менеджмента. Обеспечивается конструктивное сотрудничество с рядом отечественных и зарубежных предприятий, разрабатываются и воплощаются стратегии

повышения социальной ответственности производителей в сохранении экологии, и восполнения уже существующих потерь.

Таким образом, актуальность повышения эффективности использования вторичных ресурсов, расширение областей их применения является бесспорной и на сегодняшний день является важной задачей научного поиска широкого круга учёных.

На сегодняшний день среди вторичных производственных отходов наиболее экологически неблагоприятными принято считать отходы металлургической отрасли, машиностроительной и предприятий топливно-энергетического комплекса. Известно, что основную массу отходов предприятий данных отраслей составляют золошлаковые отходы, шламы, шлаки и т.д. При этом из всех полученных отходов, например на среднестатистическом современном металлургическом предприятии, утилизируется примерно 34%, а остальное складывается в многолетних отвалах [1-3].

Физико-химический состав вторичных отходов металлургии включает в себя как металлы, так и неметаллические включения. К примеру, в состав сталеплавильных шлаков входит до 80% металлов, которые необходимы для производства легированных сталей. С точки зрения финансовой выгоды, переработка и сепарация отходов непосредственно на предприятии наиболее предпочтительна как с точки зрения удешевления логистики поставок, так и обеспечения требуемого качества поставляемого сырья. Однако неметаллическая составляющая отходов при должной технологической обработке и эффективной реализации так же представляет интерес [2-5].

Необходимо отметить, что вопросы переработки и утилизации отходов непосредственно на самом предприятии в реальности практически не решаются, что и приводит к серьёзным экологическим проблемам. Учитывая технологическое и финансовое состояние многих производственных предприятий, решение экологических проблем для них непосильная задача. В ряде случаев производителям проще продать отходы производства или складировать их, чем заново запустить вновь разработанную технологию производственного рециклинга. Следовательно, основной задачей на сегодняшний день остается оперативный поиск наиболее восприимчивых к данному продукту отраслей экономики, которые могли бы сыграть роль ключевых опорных компонентов в организационной системе реализации вторичных отходов других отраслей и в решении

экологических вопросов, стоящих перед обществом.

Одной из отраслей народного хозяйства, где данный товар востребован, по праву является строительство. Можно привести пример использования неметаллических включений, присутствующих в составе металлургических шлаков, которые представляют 10-20% всех технологических отходов производства. Шлак используют как активную минеральную добавку для бетона. В основном применяют доменный гранулированный шлак, имеющий постоянный состав и гидравлическую активность. Зола так же используется в качестве активной минеральной добавки, в производстве искусственных пористых заполнителей типа золокерамзита, аглопоритового гравия, силикатного кирпича и т.д. [2-14].

Наиболее часто встречающиеся вторичные отходы промышленности, используемые в строительном производстве представлены в таблице.

Для экономической оценки эффекта использования в строительном производстве вторичного сырья, получаемого из отходов, можно использовать следующий алгоритм [15-17].

I. Анализ отобранных проб. Пробы вторичных отходов, образующихся в деятельности промышленных предприятий, отбирают, транспортируют и хранят в соответствии с требованиями ГОСТ [18-22]. Для целей государственного экологического контроля действуют «ПНД Ф 12.1:2.2.2.3:3.2-03 Методические рекомендации отбора проб почв, грунтов, донных отложений, илов, осадков сточных вод, шламов промышленных сточных вод, отходов производства и потребления» (утверждены ФБУ «ФЦАО», ООО НТФ «Хромос» от 01.08.2014).

Основная задача заключается в исключении наличия в отходах опасных техногенных токсичных и радиоактивных веществ, и выделение полезных и ценных компонентов, которые могут быть использованы в дальнейшем. Существуют следующие виды анализа: химический, минералогический, спектральный, атомно-абсорбционный, и т.д., в зависимости от сырья и задач, стоящих перед исследователями.

II. Моделирование процесса извлечения сырья, годного к использованию. Моделирование производят в зависимости от состава и структуры вторичных отходов, от того с помощью каких технологий и в каких условиях они получены, в зависимости от условий и формы их складирования, качества сохран-

Таблица

Отходы промышленности

Вид отходов	Применение
Зола-унос, микрокремнезем	Активная минеральная добавка, производство цемента, строительных растворов, бетонов.
Пиритные огарки	Производство цемента, стекла, строительных материалов.
Нефтесодержащие грунты	Строительство нефтяных и газовых скважин.
Шламы целлюлозно-бумажного производства	Производство пластификаторов, цементов, бетона, дорожное строительство, изоляционные материалы, производство стекла, лакокрасочная промышленность.
Сталеплавильный шлак	Строительные материалы (силикатный кирпич), дорожное и железнодорожное строительство (щебень), заполнитель для бетонов.
Доменный шлак	Производство конструкционного и дорожного бетона. Специальные бетоны. Укрепление откосов, строительных площадок. Укрепление фундаментов.
Формовочный литейный песок	Формовочные смеси (штукатурные работы). Засыпка фундамента. Бетонные конструкции. Дорожное строительство. Ландшафтные работы.
Синтетический гипс (отход десульфуризации газов и производства фосфорной кислоты).	Производство строительных материалов (вяжущее): цемент, блоки, плиты, кирпич, гипсокартон. Дорожное строительство.
Горючие отходы	Производство цемента. Топливо.

ности. Основная цель выбора технологии извлечения годных компонентов – использование физико-химических и механических свойств полученного материала в процессе его дальнейшей эксплуатации [23-26].

III. Оценка состава полученного сырья. Оценку проводят после выделения из проб отходов в лабораторных условиях. Основная задача – определить состав и активность веществ, пригодность к использованию в строительном производстве. В процессе проведения оценки необходимо предусмотреть возможные отрицательные последствия, такие как токсичность, влияние на изменения климата и разрушение озонового слоя, окисляемость загрязняющих выбросов [23-26].

IV. Анализ качества полученной из сырья продукции. Анализ обеспечивается в сертифицированных лабораториях, подтверждающих качество и безопасность готовой продукции. Основная задача анализа заключается в исключении степени опасности данного вида отходов и возможность применения их как сырьевого ресурса в строительном производстве без потери качества производимой продукции или проведения работ [23-26].

V. Расчёт экономической эффективности использования вторичного сырья производят расчётным и аналитическим путём [23-26].

Анализ экономического эффекта от внедрения вторичных отходов складывается из совокупности следующих основных факторов:

- выгода от замещения потребляемого сырья;
- экономия энергии всех видов;
- экономия на расходах за вывоз и хранение отходов;
- экономия на экологических платежах за размещение отходов.

Расчёт дополнительной прибыли от использования вторичных отходов:

$$P_{доп} = N_{отх} + P_{трансп} + P_{отх} + Z_{доп} \quad (1)$$

где:  
 $N_{отх}$  – нормативная стоимость размещения отходов;  
 $P_{трансп}$  – стоимость транспортных расходов;  
 $P_{отх}$  – стоимость отходов, реализуемых вторично в производство, или на сторону в качестве товара;  
 $Z_{доп}$  – дополнительные затраты, связанные с получением и переработкой базового (первичного) сырья.

При этом необходимо отметить, что нормативная стоимость размещения отходов складывается:

$$P_{\text{разм.отх.}} \equiv \sum_{i=1}^n k_{\text{инд}} \times k_{\text{эк}} \times P_{\text{отх.}i} \times V_{\text{факт.}i} \quad (2)$$

где:

$k_{\text{инд}}$  – нормативный коэффициент индексации платы за загрязнение окружающей среды;

$k_{\text{эк}}$  – нормативный коэффициент, учитывающий экологическое состояние территории;

$P_{\text{отх.}i}$  – нормативная стоимость размещения 1 тонны  $i$ -того класса опасности отхода (по установленным лимитам);

$V_{\text{факт.}}$  – фактический объём  $i$ -го вида отходов предприятия (тонн в год).

Дополнительная прибыль, получаемая от использования вторичных отходов, может быть увеличена на сумму предотвращённых экономических ущербов. Расчёт ущербов, теоретически определяемых от наличия экологических рисков предприятия по всем видам отходов, возникающих в процессе производства продукции, определяются по формуле [23-26]:

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{дон}} &= \sum_{j=1}^m U_{j=1}^m; \\ U &= R \times \sum_j C_j \times W_j \end{aligned} \quad (3)$$

где:

$\sum_{j=1}^m U_{j=1}^m$  – суммарное значение экономических потерь по  $j$ -м видам определяемых ущербов;

$R$  – коэффициент экологического риска, приводящий к  $j$ -му виду ущерба (определяется экспертно);

$C_j$  – оценочная стоимость  $j$ -го ущерба (руб.);

$W_j$  – объём  $j$ -го ущерба (экспертный показатель, характеризующийся в количественных величинах).

VI. Расчёт финансово-экономического результата деятельности предприятия. При определении данного показателя проводят [23-26]:

1) анализ рынка – сравнительный анализ цен покупаемого сырья и стоимости покупных (или собственных) вторичных ресурсов;

2) анализ используемой технологии переработки вторсырья – если требуется закуп дополнительного обрабатывающего оборудования, производят оценку эффективности внедряемого инвестиционного проекта (оцениваются чистый доход, чистый дисконтированный доход, внутренняя норма доходности, индексы доходности затрат, срок окупаемости проекта). Основная задача данного этапа – определить количество, качество и оценочную стоимость используемых отходов [23-26].

Для определения итогового экономического эффекта при использовании в производстве готовой продукции вторичных отхо-

дов, необходимо провести факторный анализ по статьям затрат, формирующих себестоимость готовой продукции. Далее определяет-ся сравнительный экономический эффект, на расчёт которого влияет применяемая технология рециклинга [23-26]:

1) с использованием дополнительных расходов на реализацию планового инвестиционного проекта – закупка оборудования для обработки вторсырья, дополнительные транспортные расходы, и т.д.

$$\Theta = \left( \frac{(P_{\text{п}} \times Q_{\text{п}} - S_{\text{п}})}{Q_{\text{п}}} - \frac{(P_{\text{б}} \times Q_{\text{б}} - S_{\text{б}})}{Q_{\text{б}}} \right) \times Q_{\text{п}} \quad (4)$$

где:

$P_{\text{п}}$  – цена реализации продукции при производстве которой использовалось вторичное сырьё;

$Q_{\text{п}}$  – объём продукции при производстве которой использовалось вторичное сырьё;

$S_{\text{п}}$  – себестоимость продукции при производстве которой использовалось вторичное сырьё;

$P_{\text{б}}$  – цена реализации продукции при производстве которой использовалось базовое сырьё;

$Q_{\text{б}}$  – объём продукции при производстве которой использовалось базовое сырьё;

$S_{\text{б}}$  – себестоимость продукции при производстве которой использовалось базовое сырьё.

Эффективность инвестиционного проекта, внедрение которого обусловлено применением технологии рециклинга, дополняет общий экономический эффект и характеризуется такими показателями, как: чистый дисконтированный доход, индекс доходности, внутренняя норма доходности, срок окупаемости проекта, а также показателями, характерными для конкретного случая применения вторсырья. Коэффициент общей эффективности капиталовложений характеризует объём прибыли на 1 руб. капитальных вложений и рассчитывается:

$$\Theta_k = \frac{\Theta}{K} \quad (5)$$

где:

$\Theta$  – общий экономический эффект (руб.);

$K$  – величина капитальных вложений (руб.).

2) без дополнительных затрат – предполагается полноценная замена части базового сырья вторичными отходами, не требующими дополнительной обработки.

$$\Theta = \left( \frac{\Pi_{\text{п}}}{Q_{\text{п}}} - \frac{\Pi_{\text{б}}}{Q_{\text{б}}} \right) \times Q_{\text{п}} \quad (6)$$

где:

$\Pi_{\text{п}}$  – производственная прибыль при использовании вторичного сырья;

$Q_{\text{п}}$  – объём продукции при производстве которой использовалось вторичное сырьё;

$\Pi_{\text{б}}$  – производственная прибыль при использовании базового сырья;

$Q_{\text{б}}$  – объём продукции при производстве которой использовалось базовое сырьё.

3) расчёт экономической эффективности использования вторсырья с учётом эффекта снижения экологического риска:

$$\mathcal{E}_{\text{R}} = \frac{\sum \mathcal{E} + \mathcal{E}_{\text{с}}}{Z} \quad (7)$$

где:

$\mathcal{E}$  – общий экономический эффект (суммарно);

$\mathcal{E}_{\text{с}}$  – социальный экономический эффект;

$Z$  – затраты на устранение экологических рисков (экологические затраты).

В основе управления экологическими рисками лежит цель достижения рационального природопользования, снижения экономических потерь собственников бизнеса и минимизация социального ущерба [26].

Под влиянием государственного контроля сегодня возможны два направления снижения экологических рисков. Первое направление – полный запрет на организацию отвалов и захоронений. В этом случае производителям придётся акцентировать усилия на разработке безотходных технологий и технологий контрольной утилизации. Первый шаг в этом направлении был сделан в связи с при-

нятием Федерального закона от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (статья 12, пункт 8) и утверждением Распоряжением Правительства РФ от 25 июля 2017 № 1589-р «Перечня видов отходов производства и потребления, в состав которых входят полезные компоненты, захоронение которых запрещается» [23-26].

Второе направление – значительное удорожание захоронения твёрдых промышленных отходов. В результате возникнет ситуация, что предприятиям будет дешевле утилизировать или запустить снова в оборот свои отходы [23-26].

### Заключение

В заключении необходимо отметить, что эффективность использования вторичных отходов непосредственно на производственном предприятии не является абсолютным эффектом от использования промышленных отходов. В основном он складывается из соотношения суммарного значения всех совокупно полученных эффектов к понесённым затратам. Здесь могут фигурировать такие показатели эффективности, как, например, снижение потребности в материально-сырьевых запасах, повышение внутриотраслевой производительности труда, стимулирование покупательского спроса, улучшение экологии, повышение качества продукции аграрного сектора, снижение потребности в природных ресурсах, экономия затрат на геологоразведочные работы и затраты добывающих производств, экономия на затраты внутриотраслевых структур.

## Литература

1. Аврашков, Л.Я. Экономическая эффективность переработки и использования вторичных черных металлов [Текст] / Л.Я. Аврашков, В.И. Метушевская, Л.Н. Шевелев. – М.: Металлургия, 1992. – 112с.
2. Добровольский, И.П. Переработка и утилизация промышленных отходов Челябинской области [Текст] / И.П. Добровольский, И.Я. Чернявкий, А.Н. Абызов, Ю.Е. Козлов. – Челябинск: изд. «ЗАО Челябинская межрайонная типография», 2003. – 256 с.
3. Панфилов, М.И. Переработка шлаков и безотходная технология в металлургии [Текст] / М.И. Панфилов, Я.Ш. Школьник, Н.В. Орининский, В.А. Коломиец, Ю.В. Сорокин, А.А. Грабеклис – М.: Металлургия, 1987. – 238 с.
4. Романова, И.П. Использование отходов металлургической промышленности в строительной индустрии как способ сбережения природных ресурсов и снижения экологической напряженности [Текст] / И.П. Романова, О.Б. Бегунов / Территория науки. – М., 2016. – № 2. – С. 94-99.
5. Гаевская, М.В. Экологическая ответственность бизнеса и экологические рейтинги. Экологическая эффективность производства [Текст] – Минск: Изд-во «Бизнес-офсет», 2008. – 15 с.
6. Ушеров-Маршак, А.В. Гранулированный доменный шлак [Текст] / Химические и минеральные добавки в бетон. – Харьков: Колорит, 2005. – С. 84-96.
7. Chen, Y.L. The Composite Effect of Mineral Additives to the Performances of Concrete /

- Y.L. Chen, W.L. You // Proceedings of the 12th International Congress on the Chemistry of Cement. Montreal, 2007. - P. 289-301.
8. Черепанов, А.А. Комплексная переработка золошлаковых отходов ТЭЦ (результаты лабораторных и полупромышленных испытаний) [Текст] / А.А. Черепанов, В.Т. Кардаш. – Геология и полезные ископаемые Мирового океана, 2009. – №2. – С. 98-115.
  9. ГОСТ 24640 Добавки для цемента. Классификация [Текст]. – Введ. 1991-07-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2010. – 3с.
  10. Кузнецова, Т.В. Активные минеральные добавки и их применение [Текст] / Т.В. Кузнецова, З.Б. Энтин, Б.С. Альбец, Л.Я. Гольдштейн, Н.В. Соколова, Е.Т. Яшина. – М.: Цемент, 1981. – №10. – С. 6-8.
  11. Swamy, R. N. Role and effectiveness of mineral admixtures in relation to alkali-silica reaction / R. N. Swamy // The alkali-silica reaction in concrete. Glasgow and London: Blackie and Son Ltd, 1992. - P. 144 - 170.
  12. Горшков, В.С. Вяжущие, керамика и стеклокристаллические материалы: Структура и свойства: Справ. Пособие [Текст] / В.С. Горшков, В.Г. Савельев, А.В. Абакумов. – М.: Стройиздат, 1994. – 584 с.
  13. Дворкин, Л. И. Строительные материалы из отходов промышленности [Текст] / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – М.: Феникс, 2007. – 368с.
  14. М.И. Абу Махади Применение шлакощелочных вяжущих в строительстве [Текст] / М.И. Абу Махади, А.В. Безбородов. –М.: Вестник РУДН: Инженерные исследования. – Т.18. – №2, 2017. – С. 212-218.
  15. Арсланова, З.А. Оценка инвестиционных проектов в разных системах хозяйствования [Текст] / З.А. Арсланова, В.А. Лившиц. – Инвестиции в России, 1995. – №1. – С.28-31.
  16. Воложанин, В.В. Совершенствование методов экономической оценки производственной деятельности предприятий в системе отраслевого и регионального развития [Текст] / Автореферат дисс. к.э.н. – Челябинск, 1999. –19 с.
  17. Постникова, О. В. Модель эколого-экономической оценки эффективности комплексного освоения техногенных минеральных образований [Текст]/ Вестник ЗабГУ. – № 03 (94), 2013. – С.15-23.
  18. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб [Текст]. – Введ. 1984-07-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1984. – 4с.
  19. ГОСТ 17.4.4.02-2017 Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа [Текст]. – Введ. 2019-01-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2017. – 10с.
  20. ГОСТ 28168-89 Почвы. Отбор проб [Текст]. – Введ. 1990-04-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2008. – 7с.
  21. ГОСТ 12071-2004 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов [Текст]. – Введ. 2015-07-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2015. – 10с.
  22. ГОСТ 27753.1-88 Грунты тепличные. Методы отбора проб [Текст]. – Введ. 1990-01-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1990. – 5 с.
  23. Закон РСФСР от 26.06.91г. №1488-1 (ред. От 19.06.95) Об инвестиционной деятельности в РСФСР
  24. Закон Челябинской области №36-30, от 14.03.98 О государственной поддержке инвестиционной деятельности в Челябинской области
  25. ГОСТ Р 56828.26-2017 Наилучшие доступные технологии. Ресурсосбережение. Аспекты эффективного обращения с отходами в цементной промышленности [Текст]. – Введ. 2017-12-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2017. – 32с.
  26. Романов, П.С. Рециклинг отходов металлургической промышленности как способ сбережения природных ресурсов и снижения экологической напряженности [Текст] / П.С. Романов, И.П. Романов. –М.: Синергия, 2016. – № 2. –С. 94–99.

## References

1. Avrashkov, L. Ya. Economic efficiency of processing and use of secondary ferrous metals [Text] / L.Ya. Avrashkov, V.I. Metushevskaya, L.N. Shevelev. - М.: Metallurgy, 1992. – 112p.
2. Dobrovolsky, I.P. Processing and utilization of industrial waste in the Chelyabinsk region

- [Text] / I.P. Dobrovolsky, I. Ya. Chernyavkiy, A.N. Abyzov, Yu.E. Kozlov. – Chelyabinsk: ed. “ZAO Chelyabinsk Interdistrict Printing House”, 2003. – 256 p.
3. Panfilov, M.I. Slag processing and waste-free technology in metallurgy [Text] / M.I. Panfilov, Ya.Sh. Shkolnik, N.V. Orininsky, V.A. Kolomiets, Yu.V. Sorokin, A.A. Grabeklis - Moscow: Metallurgy, 1987.– 238 p.
  4. Romanova, I.P. The use of metallurgical waste in the construction industry as a way to save natural resources and reduce environmental stress [Text] / I.P. Romanova, O.B. Runners / Territory of Science. – M., 2016. – № 2. – P. 94-99.
  5. Gaevskaya, M.V. Business environmental responsibility and environmental ratings. Environmental efficiency of production [Text] – Minsk: Publishing house “Businessofset”, 2008. – 15 p.
  6. Ushero-Marshak, A.V. Granular blast-furnace slag [Text] / Chemical and mineral additives in concrete. – Kharkov: Coloring, 2005. – P. 84-96.
  7. Chen, Y.L. The Composite Effect of Mineral Additives to the Performances of Concrete / Y.L. Chen, W.L. You // Proceedings of the 12th International Con-gress on the Chemistry of Cement. Montreal, 2007. – P. 289-301.
  8. Cherepanov, A.A. Integrated processing of ash and slag wastes from TPPs (results of laboratory and semi-industrial tests) [Text] / A.A. Cherepanov, V.T. Kardash. - Geology and minerals of the World Ocean, 2009. – №2. – P. 98-115.
  9. GOST 24640 Additives for cements. Classification [Text]. – Introduction. 1991-07-01. – M.: Gosstandart of Russia: Publishing house of standards, 2010. – 3p.
  10. Kuznetsova, T.V. Active mineral additives and their application [Text] / T.V. Kuznetsova, Z.B. Entin, B.S. Albets, L. Ya. Goldstein, N.V. So-Kolova, E.T. Yashin. – M.: Cement, 1981. – №. 10. – P. 6-8.
  11. Swamy, R. N. Role and effectiveness of mineral admixtures in relation to alkali-silica reaction / R. N. Swamy // The alkali-silica reaction in concrete. Glasgow and London: Blackie and Son Ltd, 1992. – P. 144-170.
  12. Gorshkov, V.S. Binders, ceramics and glass-crystalline materials: Structure and properties: Ref. Manual [Text] / V.S. Gorshkov, V.G. Savelyev, A.V. Abakumov. -- M.: Stroyizdat, 1994.– 584 p.
  13. Dvorkin, LI Construction materials from industrial waste [Text] / LI Dvorkin, O. L. Dvorkin. – M.: Phoenix, 2007 – 368p.
  14. M.I. Abu Mahadi Application of slag-alkali binders in construction [Text] / M.I. Abu Mahadi, A.V. Bezborodov. –M.: PFUR Bulletin: Engineering Research. – T.18. – №2, 2017. – P. 212-218.
  15. Arslanova, Z.A. Assessment of investment projects in different economic systems [Text] / Z.A. Arslanov, V.A. Livshits. – Investments in Russia, 1995. – №1. – P.28-31.
  16. Volozhanin, V.V. Improvement of methods of economic assessment of production activities of enterprises in the system of sectoral and regional development [Text] / Abstract dissertation. Ph.D. – Chelyabinsk, 1999. –19 p.
  17. Postnikova, OV Model of ecological and economic assessment of the effectiveness of the integrated development of technogenic mineral formations [Text] / Bulletin of ZabGU. – № 03 (94), 2013. – P.15-23.
  18. GOST 17.4.3.01-83 Nature protection. Soils. General requirements for sampling [Text]. – Introduction. 1984-07-01. – M.: Gosstandart of Russia: Publishing house of standards, 1984. – 4p.
  19. GOST 17.4.4.02-2017 Soils. Methods of sampling and preparation of samples for chemical, bacteriological, helminthological analysis [Text]. – Introduction. 2019-01-01. – M.: Gosstandart of Russia: Publishing house of standards, 2017. – 10p.
  20. GOST 28168-89 Soils. Sampling [Text]. – Introduction. 1990-04-01. – M.: Gosstandart of Russia: Publishing house of standards, 2008. – 7p.
  21. GOST 12071-2004 Soils. Selection, packaging, transportation and storage of samples [Text]. – Introduction. 2015-07-01. – M.: Gosstandart of Russia: Publishing house of standards, 2015. – 10p.
  22. GOST 27753.1-88 Greenhouse soils. Sampling methods [Text]. – Introduction. 1990-01-01. – M.: Gosstandart of Russia: Publishing house of standards, 1990. – 5 p.
  23. Law of the RSFSR dated 26.06.91. №. 1488-1 (as amended on June 19, 1995) On investment activity in the RSFSR



24. Law of the Chelyabinsk region №. 36-30, dated 03/14/98 On state support for investment activities in the Chelyabinsk region
25. GOST R 56828.26-2017 Best Available Techniques. Resource saving. Aspects of effective waste management in the cement industry [Text]. – Introduction. 2017-12-01. – М.: Gosstandart of Russia: Publishing house of standards, 2017. – 32p.
26. Romanov, P.S. Waste recycling of the metallurgical industry as a way of saving natural resources and reducing environmental stress [Text] / P.S. Romanov, I.P. Romanov. –М.: Synergy, 2016. – № 2. – P. 94-99.

**Мясникова А.А.,**

К.т.н., доцент кафедры Архитектура, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия. E-mail: aakirsanova@susu.ru

---

**Myasnikova A.A.,**

Ph.D., as. professor of the Department of Architecture, South Urals State University, c. Chelyabinsk, Russia. E-mail: aakirsanova@susu.ru

---

*Поступила в редакцию 07.12.2020*