

20. V. V. Mikitenko. The innovative model of analysis and forecasting efficiency of industries and technologies // Problems of science. – 2002. – №4. – С.37 – 41.

21. M. P. Kovalko, S. P. Denysuk/ Energy efficiency – a priority direction of state policy of Ukraine. – Kyiv: UEZ, 1998. – 506 с.

22. L. N. Kontorovich, S. G. Kirpichevsky. The linguistic model posing the problem of optimizing the system transformers OPTRAN // Methods of analysis modes elektroenergeticheskikh systems and plants. – К.: Science Dumka, 1987.

**УДК 621.38**

**С.П. Денисюк**, д-р техн. наук, профессор, **В.И. Василенко**

**Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

*В статье рассмотрена проблема эффективного использования энергетических ресурсов в Украине. Определены вопросы повышения энергетической эффективности, представлены основные показатели энергоэффективности в промышленности для простого технологического процесса, производственной единицы и предприятия в целом. Приведены основные методы повышения энергоэффективности.*

*Проанализирована необходимость применения трех систем показателей: энергетических, экономических, экологических, что является достаточным для всесторонней оценки эффективности нововведений.*

**Ключевые слова:** энергетическая эффективность, топливно-энергетические ресурсы, энергосбережения, энергетические показатели энергоэффективности, системный подход, энергоэффективное проектирование.

Надійшла 21.01.2016

Received 21.01.2016

**УДК 504.064.4:658.567.3**

**Ю.С. Калмыкова**, асс., \***В.И. Ларин**, д-р хим. наук, проф., **Э.Б. Хоботова**, д-р хим. наук., проф.  
**Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет**  
\*Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина

**РАЦИОНАЛЬНЫЕ ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТВАЛЬНЫХ  
ДОМЕННЫХ ШЛАКОВ**

*Приведены результаты разработки шлакощелочных вяжущих (ШЩВ) на основе доменных шлаков металлургических комбинатов Украины. Определен минералогический, элементный и оксидный составы шлаков и ШЩВ. Разработан способ изготовления радиационно-безопасных ШЩВ. Рассчитан экономический эффект при использовании отвальных доменных шлаков в строительной отрасли и доказана экономическая привлекательность инвестиционного проекта.*

**Ключевые слова:** отвальные доменные шлаки, загрязнение, утилизация, производство строительных материалов, экономический эффект.

**Вступление.** Шлаки черной металлургии являются неизбежным побочным продуктом основного производства, выход которых составляет 10- 40 % от произведенного металла. Они наносят серьезный вред окружающей среде и здоровью человека, занимают огромные площади, загрязняют токсическими соединениями почву, водный и воздушный бассейны, повышают себестоимость готовой продукции предприятий из-за значительных затрат на их транспортировку, размещение и хранение. В то же время, такие отходы, представляющие собой техногенные месторождения ценного вторичного сырья, могут обеспечить потребности промышленного производства в дорогостоящей и дефицитной для Украины продукции. Они находят широкое использование в дорожном строительстве, общестроительных работах при подготовке территорий. Однако объемы шлаков, которые скапливаются у ведущих производителей металла в Украине, значительно превышают потребности традиционных потребителей, и металлургические предприятия вынуждены искать новые направления использования шлаков.

Вопрос об использовании шлаков черной металлургии имеет большую историю. Известны многочисленные примеры использования металлургических шлаков в XVIII-XIX вв. С развитием техники в этой области открывались все новые пути и возможности. По словам академика И. П. Бардина шлаки – это вовсе не отходы, как было принято считать в течение столетий и как по инерции считают и сейчас нерадивые хозяйственники. Вопросы переработки шлаков в отдельные виды продукции рассматривались в работах П. П. Будникова, И. А. Значко-Яворского [1], Н. А. Сперантова и А. В. Тысского [2].

Анализ данных [3] о технических полезных свойствах металлургических шлаков Украины и опыта использования их в промышленных гидротехнических и других природоохранных объектах показал широкий диапазон возможностей их применения взамен естественных каменных и грунтовых материалов, а также бетонных элементов конструкций. Имеются все необходимые предпосылки для превращения шлаков черной металлургии из бросовых отходов в ценное сырье для народного хозяйства [4]. Шлаки – это база для дальнейшего строительства. Из доменных шлаков можно получить щебень, шлаковую пемзу, вяжущие вещества и элементы строительных конструкций. Шлакоперерабатывающие предприятия необходимо включать в единый технологический комплекс металлургических заводов.

**Постановка задачи.** Утилизация шлаков в производстве различных строительных материалов имеет преимущества в виде экономии средств, труда и природных ресурсов. Проявление отвальными доменными шлаками гидравлической активности легло в основу разработки способов получения на их основе шлакощелочных вяжущих (ШЩВ). Изучены свойства отвальных доменных шлаков металлургических комбинатов Украины: ОАО «Запорожсталь»; ПАО «Мариупольский металлургический комбинат имени Ильича» (ММК); ОАО Днепровский металлургический комбинат им. Ф. Э. Дзержинского (ДМК); ПАО Алчевский металлургический комбинат (АМК); ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» («АрселорМиттал»). В последнем случае исследованы отвальный и гранулированный доменный шлак. Составы шлаков изучены в работах [5, 6]. Показано, что отвальные шлаки содержат достаточное количество аморфизированных веществ [7, 8], чтобы рассматриваться в качестве сырьевых компонентов производства ШЩВ. Согласно химическому, минералогическому и радионуклидному анализу отвальные доменные шлаки можно использовать при производстве радиационно-безопасных ШЩВ.

**Получение ШЩВ.** Основываясь на полученных данных, разработаны способы производства ШЩВ, которые могут использоваться на предприятиях при изготовлении ШЩВ с пониженной радиационной активностью, предназначенных для сооружения зданий социального и жилого назначения [9-11]. Поставлена задача обеспечения высокой гидравлической активности и одновременного уменьшения удельной активности естественных радионуклидов (ЕР) утилизируемых шлаковых компонентов, решения экологической проблемы за счет ликвидации шлаковых отвалов при использовании фракций отвальных доменных шлаков затворением определенным щелочным реагентом, поддержания во времени высокой активности вяжущего, получения ШЩВ низкой стоимости с высокими прочностными характеристиками и специальными свойствами: высокой плотностью и жаростойкостью. Предложена определенная последовательность технологических операций. Проводится предварительное рассеивание отвальных доменных шлаков на гранулометрические фракции. В технологическом процессе используются фракции с высоким содержанием гидравлически активных минералов и низким уровнем радиоактивности, которые затворяются при перемешивании с одним из щелочных компонентов: 20 % раствором NaOH, 42,4 % раствором метасиликата натрия  $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$  (плотность  $\rho = 1,32 \text{ г/см}^3$ ), содощелочным плавом как отходом производства, представляющим водный раствор с массовыми долями компонентов, %: 33,7  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и 0,71 NaOH.

Схема способа изготовления радиационно-безопасных ШЩВ [9-11] представлена на рис. 1.

Отвальный доменный шлак из шлакового отвала 1 поступает в блок рассеивания 2, в котором с помощью набора сит осуществляют разделение шлака на гранулометрические фракции. Фракции шлака последовательно анализируются на радиационную безопасность в блоке 3 и на гидравлическую активность в блоке 4. Отобранная фракция, обладающая высокими гидравлическими свойствами и низкой удельной радиоактивностью, измельчается в шаровой мельнице 5 до удельной поверхности 270-495  $\text{м}^2/\text{кг}$ . Из шаровой мельницы 5 шлаковая мука через дозатор 6 поступает на смешивание шлака и щелочного компонента в емкость 7, оснащенную лопастными мешалками. В емкость 7 через дозатор 8 и насос 9 подают щелочной компонент, который предварительно приготавливают и хранят в резервуаре 10. Тщательно перемешанное готовое к применению ШЩВ поступает и резервуар 11, далее – на потребление. Способ относительно прост и может быть осуществлен с помощью стандартного оборудования. На способ получен патент.

Представленный способ имеет следующие преимущества: увеличение гидравлической активности утилизируемого шлакового компонента, обеспечение радиационной безопасности получаемого продукта, повышение экономической и экологической эффективности способа за счет использования отхода производства, снижение удельных капиталовложений, поддержание во времени высокой активности вяжущего, получение дешевых ШЩВ с высокими прочностными характеристиками, простота осуществления технологического процесса и используемого оборудования.

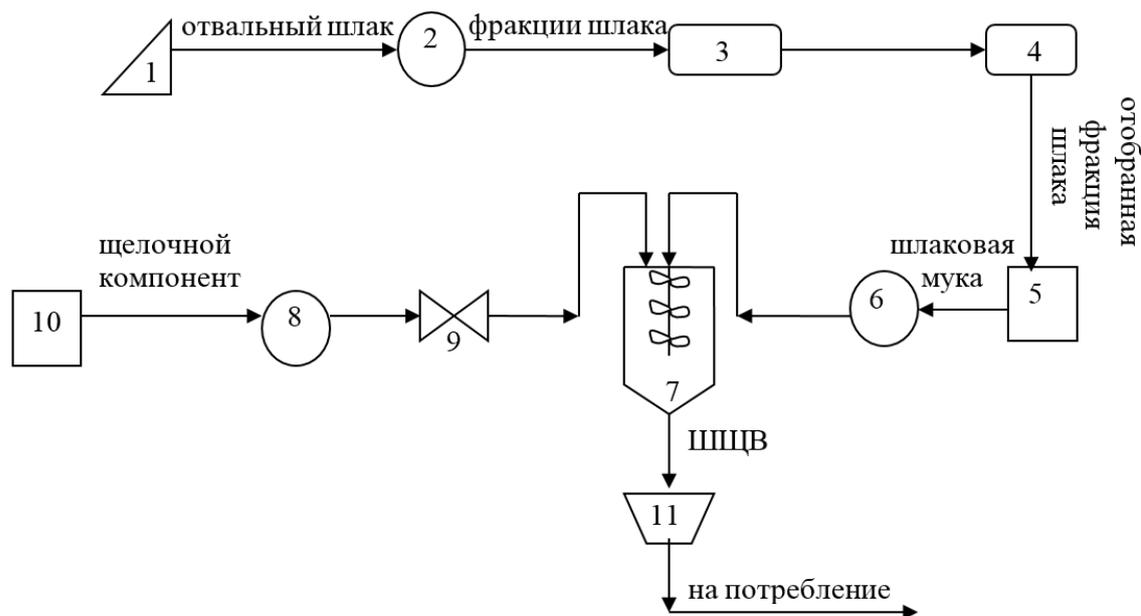


Рисунок 1 – Технологическая схема способа изготовления радиационно-безопасных ШЩВ на основе отвальных доменных шлаков и щелочных компонентов: 1 – шлаковый отвал; 2 – блок рассеивания на фракции; 3 – анализ на радиационную безопасность; 4 – анализ на гидравлическую активность; 5 – шаровая мельница; 6, 8 – дозаторы; 7 – емкость для смешивания; 9 – насос; 10, 11 – резервуары

Преимуществами ШЩВ перед обычным портландцементом являются минимальная энергоемкость их получения и возможность производства вне цементных заводов непосредственно на строительной площадке при ее оснащении необходимым оборудованием. В результате получается низкомарочное вещество в виде эмульсии. На первый взгляд нецелесообразно получать из шлака вяжущий материал, прочность которого ниже, чем у цемента самой низкой марки. Однако низкомарочные вяжущие материалы давно и настоятельно необходимы строительству. Ведь на приготовление их растворов сегодня расходуется дорогостоящий портландцемент. В то же время из отвального доменного шлака получается низкомарочное вяжущее вещество, наиболее подходящее для штукатурных и кладочных строительных растворов, с более высокой, чем у портландцемента, водостойкостью.

**Экономические показатели при использовании отвальных доменных шлаков в строительной отрасли.** Важнейшими вопросами использования шлаков черной металлургии являются улучшение экономических показателей процессов шлакопереработки, выбор рациональной продукции и технологических процессов, обеспечивающих максимальное повышение экономической эффективности всего металлургического производства в конкретных условиях.

Для реализации любого инженерного решения необходимы капиталовложения. Степень их доступности для различных предприятий разная и зависит от их финансового положения и политики. Необходимо оценить стоимость проекта для инвесторов, используя при этом различные схемы привлечения инвестиций. Учитывая возможность и необходимость рассредоточения платежей во времени, необходимо определять дисконтированную стоимость проекта (ДСП). Для определения величины внутренней нормы доходности этот показатель должен варьироваться до значения, когда величина чистого приведенного дохода станет отрицательной.

Согласно расчету стоимости создания линии по переработке вторичного сырья по рыночным показателям, необходимые капитальные вложения составили: 3 250 000 грн на закупку и доставку оборудования и 230 000 грн на его монтаж. Текущие расходы на эксплуатацию и содержание созданной линии по переработке вторичного сырья составляют 20 000 грн. В общем, сумма дисконтированных капитальных вложений на осуществляемое мероприятие по годам реализации равна 3 500 000 грн.

Так как, линии по переработке вторичного сырья относятся к первой группе основных производственных фондов, то начисление амортизации происходит из расчета 10 % в год от остаточной стоимости.

Доход по годам реализации составляет 750 000 грн в год, дополнительный доход по годам реализации равен 0 грн, текущие затраты по годам реализации равны 20 000 грн, норма дисконта в долях единицы равна 0,22, сумма дисконтированных капитальных вложений на осуществляемое мероприятие по годам реализации равна 3 500 000 грн.

Необходим расчет и анализ финансовых показателей проекта создания линии по переработке вторичного сырья [12]. При этом все финансовые потоки (доходы от предлагаемого мероприятия, а так же текущие затраты на его реализацию) следует дисконтировать по той же норме дисконта, применяемого при определении дисконтированной стоимости проекта. Инвестиционный проект создания линии по переработке вторичного сырья считается финансово реализуемым, если его дисконтированный результат будет больше либо равен нулю. Для установления привлекательности инвестиционного проекта существует ряд показателей [12], в первую очередь, к которым следует отнести:

– чистый приведенный доход (ЧПД), представляющий разницу совокупного дохода, рассчитанного за период реализации проекта, и всех видов расходов, суммированных за тот же период, с учетом фактора времени (с дисконтированием разновременных доходов и расходов). Этот показатель рассчитывается аналитически, а также отображается в таблице денежных потоков. Максимум чистого денежного дохода выступает как один из важнейших критериев при обосновании проекта. Он обеспечивает максимизацию доходов владельцев капитала в долгосрочном плане. Величину ЧПД по годам реализации проекта определяют по формуле:

$$NVP = \sum_{t=0}^T \frac{P_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=t_n}^{t_c} \frac{KV_t}{(1+r)^t}, \text{ грн,}$$

где  $P_t$  – денежный поток (результат, достигаемый на каждом  $t$ -ом шаге расчета), грн;

$KV_t$  – сумма дисконтированных капитальных вложений на осуществляемое мероприятие, грн;

$T$  – горизонт расчета, лет;

$t_c$  – год начала инвестирования проекта;

$t_n$  – год завершения реализации проекта.

– индекс доходности (ИД), рассчитывается для каждого года реализации проекта. Этот показатель тесно связан с величиной  $NPV$ . При  $NPV > 0$   $PI > 1$  и наоборот, если  $PI > 1$  – проект эффективен, при  $PI < 1$  – неэффективен. Значение индекса доходности определяется как:

$$PI = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{P_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{KV_t}{(1+r)^t}}.$$

– внутренняя норма доходности (ВНД) определяется аналитически как такое пороговое значение рентабельности, которое обеспечивает равенство нулю чистого приведенного дохода, рассчитанного за экономический срок жизни инвестиций. На практике его часто находят методом подбора, то есть, перебором различных значений учетных ставок. Проект считается рентабельным, если величина внутренней нормы доходности равна или больше требуемой инвестором нормы дохода на капитал. В противном случае инвестиции в данный проект нецелесообразны. Показатель внутренней нормы доходности следует определять по формуле:

$$IRR \rightarrow \sum_{t=0}^T \frac{P_t}{(1+r_{\text{вн}})^t} \cong \sum_{t=0}^T \frac{KV_t}{(1+r_{\text{вн}})^t},$$

где  $r_{\text{вн}}$  – норма дисконта, при которой величина приведенного финансового результата равна приведенным капиталовложениям.

Нельзя рассматривать каждый из перечисленных критериев самостоятельно, потому что этого недостаточно для принятия решения. Решение об инвестировании средств в осуществление технологического процесса по переработке вторичного сырья должно приниматься за учетом всех перечисленных критериев, что показано в таблице 1 и изображено графически на рисунке 2.

Проведенные расчеты показали, что инвестирование проекта по утилизации отвальных доменных шлаков является привлекательным для инвесторов.

Таблица 1 – Результаты расчета привлекательности инвестиционного проекта

Год реализации проекта (T)	Амортизационные отчисления по годам реализации (At), грн	Приведенный денежный поток по годам реализации (Pt), грн	Чистый приведенный доход по годам реализации (NVPt), грн	Индекс доходности по годам реализации (PIt)
1	2	3	4	5
1	350 000	1 080 000	-1 983 610	0,309
2	315 000	1 045 000	-1 281 510	0,553
3	283 500	1 013 500	-723 370	0,748
4	255 150	985 150	-278 670	0,903
5	229 640	959 640	76 390	1,027
6	206 670	936 670	360 460	1,126
7	186 000	916 000	588 170	1,205
8	167 400	897 400	771 030	1,269
9	150 660	880 660	918 110	1,361
10	135 600	865 600	1 036 610	1,320

Величина чистого приведенного дохода к концу реализации проекта при норме дисконта, равной 22 %, составляет 1 036 610 грн, срок их окупаемости – порядка 4 года 3 месяца, индекс доходности составляет 1,32, а внутренняя норма доходности превышает 38 %, что свидетельствует об устойчивости проекта.

### Срок окупаемости капиталовложений, лет

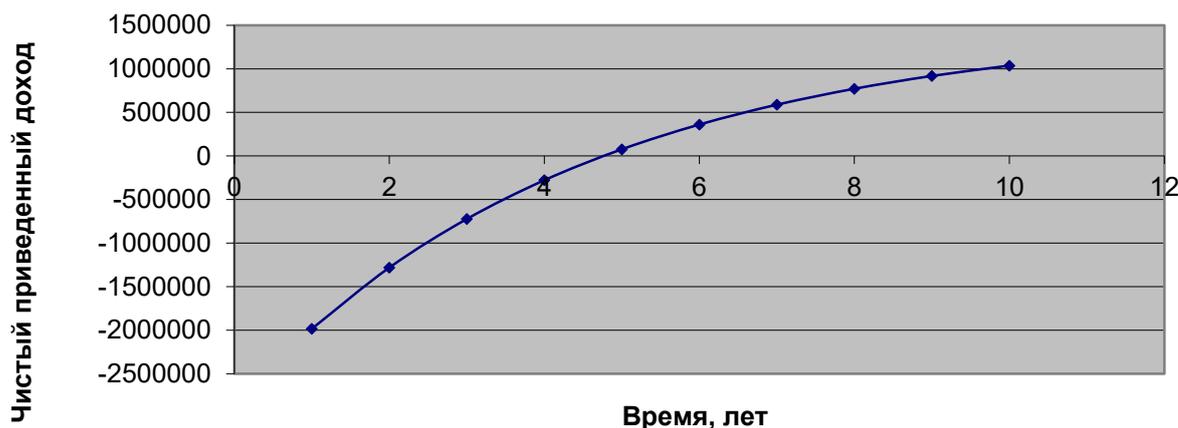


Рисунок 2 – Срок окупаемости капиталовложений, вложенных в проект по годам

**Преимущества использования металлургических шлаков** в сфере природоохранной деятельности взамен естественных материалов состоят в следующем:

- низкая стоимость материала (для шлаков, накопленных в отвалах, она фактически определяется затратами на перевозку до места строительства);
- возможность выполнять из шлаковых материалов различные элементы конструкций (упорные призмы, фильтрующие насыпи, противофильтрационные элементы) благодаря разнообразию их свойств;
- высвобождение площадей из-под отвалов у предприятий-производителей;
- возможность экономии природных ресурсов и снижения нагрузки на природную среду в районах добычи полезных ископаемых.

#### Выводы:

– Разработаны способы изготовления радиационно-безопасных шлакощелочных вяжущих с пониженной радиационной активностью с использованием отвального доменного шлака. Обоснованы стадии производственного процесса и технологическая схема, обеспечивающая преимущества в решении задач охраны окружающей природной среды и радиационной защиты населения.

– Обоснован экономический эффект использования отвальных доменных шлаков в строительной промышленности. Показано, что величина чистого приведенного дохода к концу реализации проекта

составляет 1 036 610 грн, срок их окупаемости – порядка 4 года 3 месяца, индекс доходности составляет 1,32, внутренняя норма доходности превышает 38 %, что свидетельствует об устойчивости проекта.

– Для реализации этих подходов производителям необходимо не только активизировать работу по стандартизации и сертификации шлаковой продукции, но и серьезное внимание уделять маркетингу рынка сбыта в этой сфере и обеспечить рекламу шлаковых материалов, в том числе с привлечением Интернет ресурсов.

#### **Список литературы**

1. Будников П. П. Гранулированные доменные шлаки и шлаковые цементы / П. П. Будников, И. Л. Значко-Яворский; под общ. ред. Ю. М. Бута. – М.: Промстройиздат, 1953. – 224 с.
2. Экономика использования металлургических шлаков / В. И. Довгопол – М.: Металлургия, 1964. – 110 с.
3. Цыганков В.Н., Свиренко Л.П., Михович Г.С. Строительные и экологические аспекты при регламентировании использования металлургических шлаков в промышленной гидротехнике/ Сб. научн. трудов XIII международн. научно-технической конференции “Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейна. Утилизация отходов. В 2-х т. Научн. ред. Костенко В.Ф. – Харьков: УкрВОДГЕО, 2005. Т.2. – С. 749-752.
4. Сперантов Н.А. Шлаковая вата // Н. А. Сперантов, А. В. Тысский; ред. К. Э. Горяйнов. – М.: Металлургиздат, 1953. – 191 с.
5. Уханёва М. И. Минералогия отвального доменного шлака и возможности его использования в строительстве / М. И. Уханёва, Э. Б. Хоботова, В. Н. Баумер // Проблемы охраны и использования природных ресурсов та екол. безпеки: зб. наук. пр. / УкрНДІЕП. – Х.: «Райдер», 2010. – Вип. XXXII. – С. 217-233.
6. Хоботова Э. Б. Отвальный доменный шлак как сырьевой компонент вяжущих веществ / Э. Б. Хоботова, Ю. С. Калмыкова // Экология и промышленность. – 2011. – № 1. – С. 35-40.
7. Хоботова Э. Б. Аморфная составляющая отвального доменного шлака ОАО «Запорожсталь» / Э. Б. Хоботова, М. И. Уханева, Ю. С. Калмыкова // Сб. науч. тр. XIX междунар. науч.-техн. конф. «Экологич. и техногенная безопасность. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов». – Х.: УкрВОДГЕО, 2011. – С. 452-457.
8. Исследование радиоактивных свойств доменного шлака / Э. Б. Хоботова, М. И. Уханёва, В. Н. Баумер, Ю. С. Калмыкова // Наук. пр. ДонНТУ. Сер. Хімія і хім. технологія. – Донецьк, 2009. – Вип. 13. – С. 118-127.
9. Пат. UA 88689, МПК С 04 В 18/00. Спосіб виготовлення радіаційно безпечних шлаколузних в'язучих з використанням відвальних доменних шлаків / Хоботова Е.Б., Толмачов С.М., Беліченко О.А., Калмикова Ю.С.; власник Харк. нац. автомоб.-дор. ун-т. – № U 2013 12846; заявл. 04.11.13; опубл. 25.03.14, Бюл. № 6.
10. Пат. UA 92438, МПК С 09 К 103/00(2006.01). Спосіб виготовлення радіаційно безпечних шлаколузних в'язучих на основі відвальних доменних шлаків і лужних компонентів / Хоботова Е.Б., Калмикова Ю.С.; власник Харк. нац. автомоб.-дор. ун-т. – № U 2014 03571; заявл. 07.04.14; опубл. 11.08.14, Бюл. № 15.
11. Пат. UA 92992, МПК С 09 К 109/00 (2006.01). Спосіб виготовлення радіаційно безпечних шлаколузних в'язучих на основі відвальних доменних шлаків і метасилікату натрію / Хоботова Е.Б., Калмикова Ю.С.; власник Харк. нац. автомоб.-дор. ун-т. – № U 2014 04264; заявл. 22.04.14; опубл. 10.09.14, Бюл. № 17.
12. Недов П.П., Желнин А.В. Экономический анализ капитальных инвестиций. – Х.: Плеяда, 1998. – 255 с.

**Yu. S. Kalmykova, \* V.I. Larin, E.B. Khobotova**  
**Kharkov National Automobile and Highway University**  
**\*Kharkov National V. N. Karazin University**

#### **THE RATIONAL WAY USING OF DUMP BLAST FURNACE SLAG**

*The results of development of slag-alkaline binders (SAB) based on blast furnace slags of Ukrainian metallurgical plants are presented. The mineralogical, elemental and oxide compositions of slags and SAB are determined. The method of radiation-safe SAB production are developed. The economic effect of blast furnace slags using in building industry are calculated and the economic attractiveness of investment project are proved.*

**Key words:** dump blast furnace slag, pollution, utilization, production of building materials, economic effect.

#### **References**

1. Tekst dlya per1. Budnikov P.P. Granulirovannyye domennyie shlaki i shlakovyie tsementyi / P.P. Budnikov, I. L. Znachko-Yavorskiy; pod obsch. red. Yu. M. Buta. – М.: Promstroyizdat, 1953. – 224 s.
2. Ekonomika ispolzovaniya metallurgicheskikh shlakov / V.I. Dovgopol – М.: Metallurgiya, 1964. – 110 s.

3. Tsygankov V.N., Svirenko L.P., Mihovich G.S. Stroitelnyie i ekologicheskie aspektyi pri reglamentirovaniі ispolzovaniya metallurgicheskikh shlakov v promyshlennoy gidrotehnikе/ Sb. nauchn. trudov ННІІ mezhdunarodn. nauchno-tehnicheskoy konferentsii "Ekologiya i zdorove cheloveka. Ohrana vodnogo i vozdušnogo basseyna. Utilizatsiya othodov. V 2-h t. Nauchn. red. Kostenko V.F. – Harkov: UkrVODGEO, 2005. T.2. – S. 749-752.

4. Sperantov N.A. Shlakovaya vata // N. A. Sperantov, A.V. Tyisskiy; red. K. E. Goryaynov. – M.: Metallurgizdat, 1953. – 191 s.

5. Uhanyova M. I. Mineralogiya otvalnogo domennogo shlaka i vozmozhnosti ego ispolzovaniya v stroitelstve / M.I. Uhanyova, E.B. Hobotova, V.N. Baumer // Problemi ohoroni navkol. prirodno seredovischa ta ekol. bezpeki: zb. nauk. pr. / UkrNDIEP. – H.: «Rayder», 2010. – Vip. НННІІ. – S. 217-233.

6. Hobotova E.B. Otvalnyiy domennyiy shlak kak syirevoy komponent vyazhuschih veschestv / E.B. Hobotova, Yu. S. Kalmyikova// Ekologiya i promyshlennost. – 2011. – № 1. – S. 35-40.

7. Hobotova E. B. Amorfnyaya sostavlyayuschaya otvalnogo domennogo shlaka ОАО «Zaporozhstal» / E.B. Hobotova, M.I. Uhanеva, Yu.S. Kalmyikova // Sb. nauch. tr. XIX mezhdunar. nauch.-tehn. konf. «Ekologich. i tehnogennaya bezopasnost. Ohrana vodnogo i vozdušnogo basseynov. Utilizatsiya othodov». – H.: UkrVODGEO, 2011. – S. 452-457.

8. Issledovanie radioaktivnyih svoystv domennogo shlaka / E. B. Hobotova, M.I. UhanYova, V.N. Baumer, Yu.S. Kalmyikova // Nauk. pr. DonNTU. Ser. Himiya I him. tehnologiya. – Donetsk, 2009. – Vip. 13. – S. 118-127.

9. Pat. UA 88689, MPK S 04 B 18/00. Sposib виготовлення радіаційно безпечних шлаколужних в'язучих з використанням відвальних доменних шлаків / Hobotova E.B., Tolmachov S.M., BElIchenko O.A., Kalmikova Yu.S.; vlasnik Hark. nats. avtomob.-dor. un-t. – № U 2013 12846; zayavl. 04.11.13; opubl. 25.03.14, Byul. № 6.

10. Pat. UA 92438, MPK S 09 K 103/00(2006.01). Sposib виготовлення радіаційно безпечних шлаколужних в'язучих на основі відвальних доменних шлаків I лужних компонентів / Hobotova E.B., Kalmikova Yu.S.; vlasnik Hark. nats. avtomob.-dor. un-t. – № U 2014 03571; zayavl. 07.04.14; opubl. 11.08.14, Byul. № 15.

11. Pat. UA 92992, MPK S 09 K 109/00 (2006.01). Sposib виготовлення радіаційно безпечних шлаколужних в'язучих на основі відвальних доменних шлаків I метасилкату натрію / Hobotova E.B., Kalmikova Yu.S.; vlasnik Hark. nats. avtomob.-dor. un-t. – № U 2014 04264; zayavl. 22.04.14; opubl. 10.09.14, Byul. № 17.

12. Nedov P.P., Zhelnin A.V. Ekonomicheskiy analiz kapitalnyih investitsiy. – H.: Pleyada, 1998. – 255 s.

### **УДК 504.064.4:658.567.3**

**Ю.С. Калмикова**, асист., \* **В.І. Ларін**, д-р хім. наук, проф., **Е.Б. Хоботова**, д-р хім. наук, проф.  
**Харківський національний автомобільно-дорожній університет**  
\* **Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна**

#### **РАЦИОНАЛЬНИ ШЛЯХИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДВАЛЬНИХ ДОМЕННИХ ШЛАКІВ**

*Наведено результати розробки шлаколужних в'язучих (ШЛВ) на основі доменних шлаків металургійних комбінатів України. Визначено мінералогічний, елементний і оксидний склади шлаків і ШЛВ. Розроблено спосіб виготовлення радіаційно-безпечних ШЛВ. Розраховано економічний ефект при використанні відвальних доменних шлаків у будівельній галузі, та доведена економічна привабливість інвестиційного проекту.*

**Ключові слова:** відвальні доменні шлаки, забруднення, утилізація, виробництво будівельних матеріалів, економічний ефект.

Надійшла 30.10.2015

Received 30.10.2015