

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Национальный исследовательский Томский государственный университет
Томский государственный архитектурно-строительный университет
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Сборник научных трудов
XIV Международной конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых

Том 6. Строительство и архитектура

РОССИЯ, ТОМСК, 25– 28 апреля 2017 г.

PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

XIV International Conference of students, graduate students
and young scientists

Volume 6. Construction and architecture

RUSSIA, TOMSK, April 25 – 28, 2017



ИХТЦ
ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ



**БАНК
ХОУМ КРЕДИТ**
Просто. Быстро. Удобно.



открытие
БАНК



СБЕРБАНК
Всегда рядом



МИКРАН



Премьер
БКС
Больше, чем банк



MARS

Издательство Томский политехнический университет

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Национальный исследовательский Томский государственный университет
Томский государственный архитектурно-строительный университет
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Сборник научных трудов
XIV Международной конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых

Том 6. Строительство и архитектура

РОССИЯ, ТОМСК, 25– 28 апреля 2017 г.

PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

XIV International Conference of students, graduate students
and young scientists

Volume 6. Construction and architecture

RUSSIA, TOMSK, April 25 – 28, 2017

Томск 2017

УДК 501(063)
ББК 20л0
П278

П278 Перспективы развития фундаментальных наук [Электронный ресурс]: сборник трудов XIV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Россия, Томск, 25–28 апреля 2017 г. / под ред. И.А. Курзиной, Г.А. Вороновой. – Томск: Изд-во – Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, 2017. – Режим доступа: http://science-persp.tpu.ru/Arch/Proceedings_2017_vol_6.pdf – 226 с.

ISBN 978-5-4387-0748-6
ISBN 978-5-4387-0754-7

Сборник содержит труды участников XIV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Перспективы развития фундаментальных наук». Включает доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные на секции «Строительство и архитектура». Сборник представляет интерес для студентов, аспирантов, молодых ученых, и преподавателей.

УДК 501(063)
ББК 20л0

Редакционная коллегия

И.А. Курзина, доктор физико-математических наук, доцент;
Г.А. Воронова, кандидат химических наук, доцент;
С.А. Поробова

ISBN 978-5-4387-0748-6
ISBN 978-5-4387-0754-7

© ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Томский политехнический университет», 2017
© Томский политехнический университет,
электронный текст, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ «СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА»

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛОКАЛЬНОГО ТЕПЛООБМЕНА ПО ВЫСОТЕ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ, РАСПОЛОЖЕННОЙ В ГРУППЕ ПОДОБНЫХ ПРИ ВАРИАЦИИ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ НИМИ А.Г. Дёгин, М.Н. Сокол	11
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛОКАЛЬНОГО ТЕПЛООБМЕНА ПО ШИРИНЕ ГРАНЕЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ, РАСПОЛОЖЕННОЙ В ГРУППЕ ИЗ ДВУХ МОДЕЛЕЙ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНО ПОТОКУ ВОЗДУХА ПРИ ВАРИАЦИИ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ НИМИ М.Н. Сокол, А.Г. Дёгин	14
ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕНОБЕТОНОВ С ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОШЛАКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ СЕВЕРСКОЙ ТЭЦ О.О. Сыркин, А.Б. Стешенко	17
КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ МЕТОДОМ РИТВЕЛЬДА НА СТАДИИ ТВЕРДЕНИЯ К.С. Гаусс	20
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ РЕБРИСТЫХ ПЛАСТИН С ОГРАНИЧЕНИЕМ ПЕРВОЙ ЧАСТОТЫ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ВЫСОТОЙ И ШИРИНОЙ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ РЕБЕР О.О. Кондратенко	23
РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ОПТИМАЛЬНОСТИ ВЫБОРА ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ В МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЯХ БЛОКИРОВАННОГО ТИПА Н.В. Гусакова, К.Э. Филюшина, О.И. Добрынина	26
ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕРЕВЯННЫХ ОКОН А.Ю. Малиновский, Р.В. Будянский, К.Е. Петров	29
ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОТРАЖАЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ НА СНИЖЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ОКОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ Р.В. Будянский, А.Ю. Малиновский, К.Е. Петров	32
НОВЫЕ АСФАЛЬТОБЕТОНЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЯ Н. Мухаметгазы, М. Жамигат, К.А. Садыков	35
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОСФЕР ПОЛУЧЕННЫХ ПЛАЗМЕННЫМ МЕТОДОМ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ Р.Е. Гафаров, В.В. Шеховцов, О.Г. Волокитин	38
ЛЕГКИЙ ШЛАКОВЫЙ БЕТОН С ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОШЛАКОВЫХ СМЕСЕЙ СЕВЕРСКОЙ ТЭЦ Н.В. Корейбо, А.Б. Стешенко	41
ОСНОВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ ПОДЪЕМНИКА ПАНТОГРАФНОГО ТИПА В.С. Калинин	44
МОНИТОРИНГ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТА, УСИЛЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫМИ КОМПОЗИТАМИ А.А. Хрюкин, М.В. Смолина	47

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЛЛАСТОНИТА В ТЕХНОЛОГИИ НЕАВТОКЛАВНОГО ПЕНОБЕТОНА Е.А. Баргеньева	50
БЕЗУСАДОЧНЫЙ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГОРНОГО ПЕСКА КИЛЬДЯМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ Д.В. Васильева	53
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПРОДОЛЬНЫХ БОРТОВ ПЛИТЫ БАЛЛАСТНОГО КОРЫТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ С. В. Ефимов	56
АНГОБЫ ИЗ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ ЯКУТИИ Э.М. Сутакова, А.А. Ли-Фу, О.А. Бурнашева	59
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРИСТОСТИ ЯЧЕСТОГО БЕТОНА В.В. Конушева, О.О. Сыркин, А.Б. Стешенко	62
БЕТОНЫ С МИНИМАЛЬНОЙ МЕЖЗЕРНОВОЙ ПУСТОТНОСТЬЮ НА МЕСТНОМ СЫРЬЕ А.В. Анашкина, А.Б. Стешенко	65
СТЕНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ ФИБРОПЕНОБЕТОНА НА РАЗЛИЧНЫХ ВЯЖУЩИХ В.И. Федоров, В.Н. Унаров	68
ЛИГНОПОЛИМЕРСИЛИКАТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОТДЕЛОЧНЫХ РАБОТ Е.Е. Ибе	71
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧНЫХ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ МАКРОМОДЕЛИ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ В.А. Сыромясов, А.И. Иванов, Д.В. Акст	74
ИССЛЕДОВАНИЕ ОТВАЛЬНОГО МАРТЕНОВСКОГО ШЛАКА ДО И ПОСЛЕ АКТИВАЦИИ В МЕЛЬНИЦЕ СТЕРЖНЕВОГО ТИПА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В.В. Шевченко, Д.В. Акст	77
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ ПРИ ВВЕДЕНИИ НАНОДИОКСИДА КРЕМНИЯ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ ДИСПЕРСНОСТИ О.В. Демьяненко	80
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ИСПЫТАНИЯ МОБИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОГО РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД Н.В. Войтенко, А.И. Прима	83
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЛОТНОСТЬЮ АРБОЛИТОВ НА КОМПОЗИЦИОННЫХ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ Л.С. Иннокентьева, С.Ю. Егорова	86
ЛАБОРАТОРНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОБРАЗЦОВ, УСИЛЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫМИ КОМПОЗИЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ К.В. Кобелев	89
ПОВЕДЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ШПИЛЕК В БОЛТО-ФРИКЦИОННОМ СОЕДИНЕНИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И.Ю. Мурованный	92
МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ НА ЛЭП К.П. Васильева	95
РАЗРАБОТКА БЕЗОБЖИГОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СЕРПЕНТИНОВ Е.В. Лазаревич, Н.Е. Никитенко, А.А. Гилевич	98

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОТВАЛЬНОГО МАРТЕНОВСКОГО ШЛАКА ДО И ПОСЛЕ АКТИВАЦИИ В
МЕЛЬНИЦЕ СТЕРЖНЕВОГО ТИПА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

В.В. Шевченко, Д.В. Акст

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.Ю. Столбоушкин

Сибирский государственный индустриальный университет,

Россия, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42, 654007

Email: vikashev1993@mail.ru

**RESEARCH DUMP OPEN HEARTH SLAG BEFORE AND AFTER ACTIVATION IN A MILL ROD
TYPE FOR BUILDING MATERIALS**

V.V. Shevchenko, D.V. Axt

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.Yu. Stolboushkin

Siberian State Industrial University,

Russia, Novokuznetsk, Kirov str., 42, 654007

Email: vikashev1993@mail.ru

***Abstract.** Conducted studies of the chemical and granulometric compositions of representative samples of dump open-hearth slag. This material chemical composition is aluminosilicate raw materials. The changes in the granulometric composition of the slag before and after activation in the mill. Sieve analysis the original sample showed that the material is coarse. Further, the analysis of samples of finely slag after activation in the rod mill type. The optimal grinding time, which is 1.5-2 hours.*

***Ключевые слова:** мартеновский шлак, химический состав, гранулометрический состав, активация, производство строительных материалов*

Одной из основных проблем современности является интенсивное накопление крупнотоннажных промышленных отходов, объемы которых возрастают с каждым годом [1]. На юге Кемеровской области, наряду с отходами добычи и переработки угля, остро стоит вопрос утилизации побочных продуктов горно-металлургического комплекса. В результате многолетней работы АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» в Новокузнецке накоплены десятки миллионов тонн отвальных шлаков металлургического производства, ухудшающих экологическую обстановку в городе [2].

Цель настоящей работы заключалась в исследовании отвальных мартеновских шлаков комбината на предмет их использования при изготовлении строительных материалов.

Отобранные представительные пробы отходов сталелитейного производства имеют обычно алюмосиликатную природу и содержат до 80 % углекислого кальция в виде силикатов кальция и магния [3].

Химический состав шлаков определялся в центральной лаборатории «Материаловедение» Сибирского государственного индустриального университета на рентгенофлуоресцентом волнодисперсионном спектрометре последовательного действия ShimadzuXRF-1800. По химическому составу суммарное содержание щелочноземельных оксидов (CaO, MgO) в шлаке составляет 45-48 %. По гранулометрическому составу – материал грубодисперсный. Ситовой анализ исходной пробы показал, что более 75% материала приходится на фракции менее 10 мм. Полный химический и гранулометрический составы представительной пробы отвального мартеновского шлака приведены в таблицах 1 и 2 соответственно.

Таблица 1

Химический состав исследуемого мартеновского шлака

№ пробы	Массовая доля элементов, %										
	Fe _{общ}	MnO	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	S	P ₂ O ₅
16-3094	13,79	2,76	32,35	27,17	7,57	15,49	0,24	0,32	0,50	0,20	0,55
16-3095	14,53	3,44	32,44	27,94	6,56	14,91	0,21	0,21	0,50	0,18	0,78
16-3096	12,88	3,15	31,46	23,68	7,22	14,10	0,21	0,31	0,48	0,19	0,50

Таблица 2

Гранулометрический состав мартеновского шлака в исходном состоянии

№ пробы	Фракции шлака, мм										Сумма
	>40	20-40	10-20	5-10	2,5-5	1,2-2,5	0,63-1,2	0,315-0,63	0,14-0,315	<0,14	
16-3094	6,9%	5,9%	13,4%	23,2%	27,8%	12,4%	2,5%	2,6%	3,3%	2%	100%
16-3095	7,6%	4,6%	18,2%	27,9%	22,4%	8,7%	3,3%	2,4%	1,8%	3,1%	100%
16-3096	5,9%	7,8%	15,6%	21,4%	25,5%	11,0%	2,2%	3,2%	4,8	2,6%	100%

Подготовленную усредненную пробу предварительно высушенного металлургического шлака подвергли грубому дроблению в лабораторной щековой дробилке до фракции не более 10 мм. Тонкое измельчение проводили в лабораторной мельнице стержневого типа. Последовательно меняли продолжительность помола проб, которая составила соответственно: 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 час. Результаты двухстадийного помола шлака разной продолжительности в виде интегральных кривых показаны на рисунке 1.

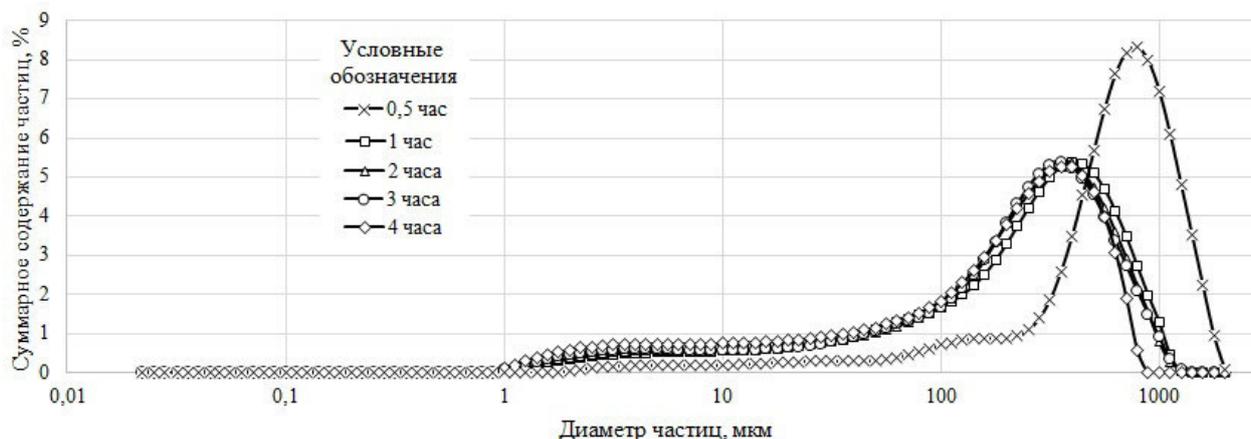


Рис. 1 Дисперсный состав тонкомолотого мартеновского шлака

Проанализировав интегральные кривые распределения количества частиц шлака в зависимости от их размера установлено, что средний диаметр частиц составляет 100-300 мкм. Характер кривых (рисунок 1) показывает, что продолжительность помола в течение 1-4 часа практически не оказывает существенного влияния на конечный результат. Расхождение по суммарному содержанию частиц в пределах каждой фракции не превышает 1,5-2 %. Таким образом, результаты гранулометрического состава тонкомо-

лотога шлака с продолжительностью помола более 1 часа можно усреднить и представить их в виде гистограммы на рисунке 2.

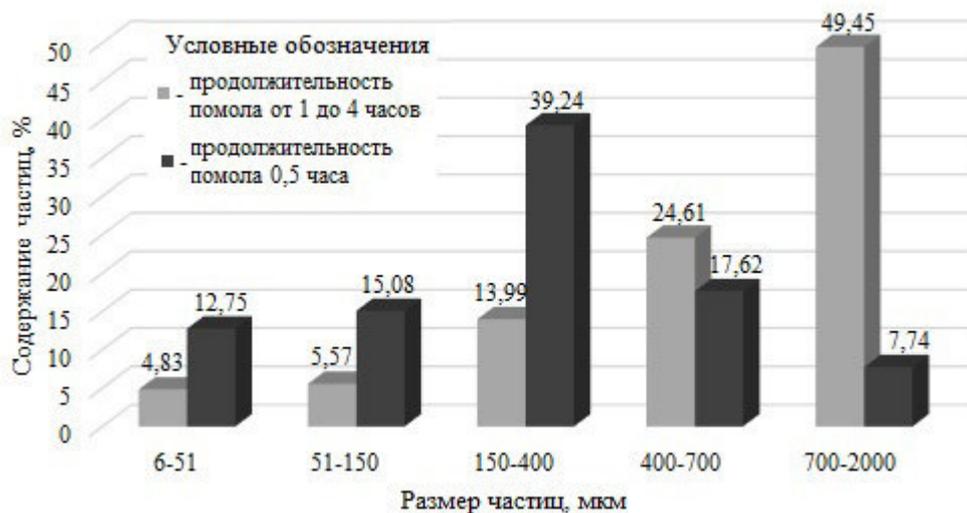


Рис. 2 Гистограмма гранулометрического состава отвального мартеновского шлака

В результате лабораторных исследований установлены оптимальные оборудование и параметры для механоактивации отвального мартеновского шлака: двухстадийное дробление; грубый помол в щековой дробилке до фракции не более 10 мм; тонкое измельчение в стержневой или шаровой мельнице камерного типа в течение 60-90 минут до фракции 100-300 мкм.

С учетом химического состава отходов (~ 50 % щелочноземельных оксидов) были проведены предварительные лабораторные испытания активированного тонкодисперсного шлака в качестве активного компонента в составе клинкерных вяжущих. Для этого в портландцемент вводился тонкомолотый шлак в количестве 10-50 мас.% и после совместной активации в мельнице по стандартной технологии готовились лабораторные образцы с размерами 40×40×160 мм. Полученные результаты показали, что активированный отвальный мартеновский шлак может использоваться в количестве до 30 мас.% в качестве компонента клинкерного вяжущего.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2009 году: гос. Докл. [Текст] / Российская Федерация. М-во природ. Ресурсов и экологии. – М., 2010.
2. Переработка и утилизация отходов на международном уровне [Электронный ресурс]: – Режим доступа: http://www.tvn-tv.ru/news/industry/pererabotka_i_utilizatsiya_otkhodov_na_mezhdunarodnom_urovne.html. – Загл. с экрана.
3. Мамаев К. А. Основы агрохимии и применение ядохимикатов [Текст] / К. А. Мамаев, А. М. Митрофанов. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Высш. школа, 1975. - 168 с.

Научное издание

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Сборник научных трудов
XIV Международной конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых

Издано в авторской редакции

Компьютерная верстка С.А. Поробова
Редактор Г.А. Воронова, И.А. Курзина

Тираж 100 экз.



Национальный исследовательский
Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Издательства Томского политехнического
университета сертифицирована в соответствии с
требованиями ISO 9001:2008
. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru

