

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДОРОЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ БЕТОНА

Ахметов Бейбит Бакиевич

преподаватель каф. СМиТ, магистр техники и технологий
Карагандинский государственный технический университет
Казахстан, г. Караганда

Бейсембаева Сабина Акпаровна

преподаватель каф. СМиТ, магистр техники и технологий
Карагандинский государственный технический университет
Казахстан, г. Караганда

Мұратұлы Абзал

магистрант группы ПСКМ
Карагандинский государственный технический университет
Казахстан, г. Караганда

Аннотация: На примере устройства слоев оснований нежестких дорожных одежд из шлаковой щебеночно-песчаной смеси, обработанной неорганическим вяжущим, показана возможность приготовления, укладки и уплотнения смесей укатываемого дорожного шлакобетона в слоях оснований жестких дорожных одежд. В дальнейшем необходимо продолжить исследования с учетом увеличения срока испытания до 180 суток с целью повышения морозостойкости шлакобетона до марки F200, соответствующей требованиям строительства покрытий автомагистралей. На основе научных и экспериментальных исследований, разработаны рекомендации по применению в дорожном строительстве щебня и гранулированных доменных шлаков АО «АрселорМиттал Темиртау», даны предложения для дальнейших исследований с целью расширения области использования доменных шлаков: получение шлакобетонов, отвечающих требованиям строительства покрытий автомагистралей и нормативным документам Республики Казахстан.

Ключевые слова: дорожный бетон, доменный шлак, шлаковый щебень, повышенная дробимость.

IMPROVING THE PERFORMANCE OF ROAD PRODUCTS MADE OF CONCRETE

Akhmetov Beibit Bakievich

teacher of the Department of Building materials and technology
master of engineering and technology
Karaganda State Technical University
Kazakhstan, Karaganda

Beisembayeva Sabina Akparovna

teacher of the Department of Building materials and technology
master of engineering and technology
Karaganda State Technical University
Kazakhstan, Karaganda

Muratuly Abzal

master's student of PSKM group
Karaganda State Technical University
Kazakhstan, Karaganda

Abstract: On the example of the device of layers of bases of non-rigid road clothes from the slag crushed stone-sand mix processed by inorganic knitting, the possibility of preparation, laying and consolidation of mixes of rolled road cinder concrete in layers of bases of rigid road clothes is shown. In the future it is necessary to continue research with the increase of probation period up to 180 days with the purpose of increase of frost resistance of slag to mark the F200, the construction of coverings of highways. On the basis of scientific and experimental studies, recommendations for the use of crushed stone and granulated blast furnace slag in road construction of JSC "ArcelorMittal Temirtau" were developed, proposals for further research in order to expand the use of blast furnace slag: obtaining cinder blocks that meet the requirements of highway pavement construction and regulatory documents of the Republic of Kazakhstan were given.

Keywords: road concrete, blast furnace slag, slag rubble, increased crushing capacity.

Возрастающие из года в год темпы развития производства, ускорение научно-технического прогресса, а также форсированный индустриально-инновационный рост приводят ко все более интенсивному сокращению природных ресурсов. Сложность обеспечения сырьем производств определяется, с одной стороны, тем, что полезные ископаемые всегда являлись основой для развития промышленности, то есть эффективность производства напрямую зависит от того, насколько страна обеспечена ресурсами, а с другой стороны, тем, что экономика страны в будущем столкнется с проблемой функционирования при ограниченных запасах полезных ископаемых [4-7].

Вследствие постоянного роста потребления, окружающая нас среда становится все более рукотворной, ее естественная структура вступает в конфликт с производительными силами и общественным потреблением. Назревает необходимость сокращения, а также более рационального (безотходного) и эффективного использования природных ресурсов.

Данную проблему эффективного использования минерального сырья и, в частности, перехода на частично безотходную технологию следует воспринимать как гармоничный шаг, для преодоления разрыва между экономическим ростом (потребностью человечества во все возрастающих объемах ресурсов) и «производительной возможностью» окружающей среды (уменьшение запасов, нарушение экологии) [8].

Суть решения проблемы состоит в комплексном использовании добываемых полезных ископаемых, а также переработки отходов производства.

Одним из таких отходов производства служит металлургический шлак.

Металлургическим шлаком называют легкоплавкий силикатный материал, который получают в виде отходов при выплавке металлов из руд. Он образуется в виде расплава различных окислов в процессе выплавки, рафинирования и переплавки металлов и их сплавов. Шлаки являются сплавом окислов пустой породы, золы топлива и окислов флюсов, образующихся в различных металлургических печах как побочный продукт.

В дорожном строительстве используют главным образом доменные, а затем мартеновские, медеплавильные, ферромарганцевые, электроплавильные, ваграночные, никелевые и другие шлаки.

Действующими нормами и стандартами регламентировано содержание в цементе для дорожного бетона не более 10% трехкальциевого алюмината, при этом, в качестве активной минеральной добавки допускается применение исключительно доменного шлака (гранулированного) в количестве не более 15%.

Путем лабораторных испытаний традиционной смеси дорожного бетона (вода, вяжущее вещество – портландцемент, песок и щебень) и, конечно, же, добавки - гранулированного шлака были выявлены следующие результаты, занесенные в табл.1[3]:

– по содержанию пылевидных и глинистых частиц шлаковый щебень всех фракций соответствует требованиям ГОСТ 26633-2012, предъявляемым к щебню из горных пород и

к щебню из гравия для однослойных покрытий дорог, верхнего слоя двухслойных покрытий дорог и для нижнего слоя двухслойных покрытий и оснований дорог;

- по содержанию зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы шлаковый щебень всех фракций соответствует требованиям ГОСТ 26633-2012, предъявляемым к крупному заполнителю дорожных бетонов;

- по марке по дробимости в сухом состоянии шлаковый щебень всех фракций не соответствует требованиям ГОСТ 26633-2012, предъявляемым к щебню для бетона дорожных покрытий;

- по марке по дробимости в сухом состоянии шлаковый щебень всех фракций не соответствует требованиям ГОСТ 26633-2012, предъявляемым к щебню для бетона дорожных оснований;

- по марке по истираемости (в полочном барабане) шлаковый щебень всех фракций не соответствует требованиям ГОСТ 26633-2012, предъявляемым к щебню для бетона дорожных покрытий;

- по марке по морозостойкости шлаковый щебень всех фракций соответствует требованиям ГОСТ 26633-2012, предъявляемым к крупному заполнителю для бетона, эксплуатируемого в районе со среднемесячной температурой наиболее холодного месяца ниже минус 15 °С.

Анализ сравнительных испытаний шлакового щебня на соответствие требованиям ГОСТ 26633-2012, предъявляемым к щебню для дорожного бетона, демонстрирует более «жесткие» требования к физико-механическим свойствам щебня из горных пород и гравия, таким как дробимость и истираемость, нежели чем СТ РК 1376-2005 к требованиям, предъявляемым к шлаковому щебню для дорожного бетона.

аналога лучшие показатели дробимости принадлежат медеплавильному (6 %) и фосфорному шлаковым щебням (12 %), худшие – конвертерному (39 %) и пористому (44 %).

Строительный шлаковый щебень обладает одним свойством, кардинально отличающим его от известнякового, гравийного или гранитного. При использовании его для строительства дороги в течение первых 5–6 лет эксплуатации полотна он продолжает набирать прочность [9,10].

Таблица 1

Результаты сравнительных испытаний шлакового щебня на соответствие требованиям к щебню для дорожного бетона

Наименование показателей, единицы измерений	Нормы по ГОСТ 26633-2012 для щебня из горных пород и гравия для бетона покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов	Фактическое значение щебня шлакового, удовлетворяющее требованиям СТ РК 1376-2005 для строительства автомобильных дорог (покрытий, оснований, дополнительных слоев оснований и других конструктивных слоев дорожной одежды)	
1	2	3	
Содержание пылевидных и глинистых частиц в щебне из осадочных пород, % массы -для однослойных и верхнего слоя двухслойных покрытий дорог -для нижнего слоя двухслойных покрытий и оснований дорог	не более 2	фр.40-70 мм	0,02
		фр.20-40 мм	0,24
	не более 3	фр.10-20 мм	0,92
	фр.5-10 мм смеси С-7	1,20	
Содержание в крупном заполнителе зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы, % массы	не более 25	фр.40-70 мм	1,9
		фр.20-40 мм	1,2
		фр.10-20 мм	8,3
		фр.5-10 мм из смеси С-7	5,0

Марка по дробимости щебня в водонасыщенном состоянии в бетоне покрытий				
- из изверженных пород интрузивные породы	не ниже 1200	св. 12 до 16 вкл.	фр.40-70 мм	38,1
эффузивные породы	не ниже 1200	св. 9 до 11 вкл.	фр.20-40 мм	37,0
- из метаморфических пород	не ниже 1200	до 11 включ.	фр.10-20 мм	32,6
- из осадочных пород	не ниже 800	до 11 включ.	фр.5-10 мм из смеси С-7	37,5
- из гравия из осадочных пород	не ниже 800	св. 10 до 14 вкл.		
- гравий	не ниже 1000	св. 8 до 12 вкл.		
Марка по дробимости щебня в сухом состоянии в бетоне оснований				
- из осадочных пород	не ниже 400	св. 19 до 24 вкл.	фр.40-70 мм	32,3
			фр.20-40 мм	31,1
			фр.10-20 мм	30,2
			фр.5-10 мм из смеси С-7	28,4
Марка по истираемости (в полочном барабане) щебня в бетоне покрытий Потеря массы при испытании, %				
- из изверженных пород	И1	до 25 вкл.	фр.40-70 мм	35,5
- из метаморфических пород	И1	до 25 вкл.	фр.20-40 мм	35,1
- из осадочных пород	И2	св. 25 до 35 вкл.	фр.10-20 мм	34,7
			фр.5-10 мм из смеси С-7	37,1

Марка по морозостойкости крупного заполнителя для бетона, эксплуатируемого в районе со среднемесячной температурой наиболее холодного месяца Потеря массы при испытании, %	-	Для покрытий					
		от 0 °С до минус 5 °С	не ниже F50, 10 циклов	не более 10	фр.40-70 мм	15 циклов	0,9
		от минус 5 °С до минус 15 °С	не ниже F100, 10 циклов	не более 5	фр.20-40 мм	15 циклов	0,8
		ниже минус 15 °С	не ниже F150, 15 циклов	не более 5	фр.10-20 мм	15 циклов	2,6
	-	Для оснований			фр.5-10 мм из смеси С-7		
		от 0 °С до минус 5 °С	не ниже F15, 3 цикла	не более 10	фр.40-70 мм	15 циклов	0,9
		от минус 5 °С до минус 15 °С	не ниже F25, 5 циклов	не более 10	фр.20-40 мм	15 циклов	0,8
		ниже минус 15 °С	не ниже F25, 5 циклов	не более 10	фр.10-20 мм	15 циклов	2,6
					фр.5-10 мм из смеси С-7	15 циклов	3,8

По дробимости и истираемости шлаковый щебень имеет не удовлетворительные показатели по ГОСТ 26633-2012, но при этом соответствует по очень важным требованиям стандарта: по марке на морозостойкость и практическому отсутствию содержания пылевидных и глинистых частиц, а также зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы. Это свидетельствует о высоком качестве материала для бетона.

Повышенная дробимость и истираемость шлакового щебня объясняется наличием в нем закрытой пористости, что не является отрицательным свойством шлакового щебня.

Объясняется это тем, что химический и минералогический составы шлакового щебня практически аналогичны составам портландцементам. Что подтверждается при испытании шлакового щебня на морозостойкость. Повышенная морозостойкость обуславливается тем, что при измельчении стенок закрытых пор шлакового щебня, (частицы шлаковой пыли обладают гидравлической активностью), которые, гидратируясь на поверхности пор, повышают прочность щебня. Для инертных каменных материалов повышенная истираемость и дробимость является отрицательным качеством.

Результаты лабораторных испытаний исходных материалов на соответствие требованиям СТ РК 1376-2005 показали принципиальную возможность использования для строительства автомобильных дорог (нижних слоев покрытий, оснований, дополнительных слоев оснований и других конструктивных слоев дорожной одежды) материалов из доменных шлаков АО «АрселорМиттал Темиртау». Также, проведенным исследованием была установлена возможность применения при подборе составов шлаковых бетонов – активного гранулированного доменного шлака в качестве основного компонента комплексного вяжущего с непосредственной активацией портландцементом [1].

Шлаковый щебень в районах сосредоточения металлургической промышленности обходится значительно дешевле других заполнителей, в частности, щебня из природного камня, его применение дает большой экономический эффект [2].

Список литературы:

1. Асмагулаев Б.А., Асмагулаев Р.Б., Езмахунов Р.Р., Алипов У.Т. Перспективы использования доменных гранулированных шлаков в дорожном строительстве Казахстана/Материалы научно-практической конференции «Междисциплинарный подход к стратегии социально-экономического развития Сибири до 2020 года»/Омск, 01-03 октября 2013 г., С. 254-262.
2. Асмагулаев Б.А., Асмагулаев Р.Б., Абдрасулова А.С. Дорожное строительство - магистральное направление использования доменных шлаков/Сталь. - М., 2007. - № 8. - С. 119-122.
3. Технология заполнителей бетона: Учеб. Для строит. вузов по спец. «Производство строительных изделий и конструкций»/С.М.Ицкович, Л.Д.Чумаков, Ю.М.Баженов.-М.: Высш. шк., 1991.-272 с.: ил..
4. Будников П.П. Гранулированные доменные шлаки и шлаковые цементы/П.П. Будников, И.Л. Значко-Яворский. – М.: Государственное изд-во литры по строительным материалам, 1953. – 223 с.
5. Лесовик В.С. Гранулированные шлаки в производстве композиционных вяжущих / В.С. Лесовик, М.С. Агеева, А.В. Иванов. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2011. –№ 3. – С. 29–32.
6. Снижение экологической нагрузки при обращении со шлаками черной металлургии: монография / К.Г. Пугин, Я.И. Вайсман, Б.С. Юшков, Н.Г. Максимович. – Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2008. – 316 с.
7. Гилязидинова Н.В., Рыжих Н.И. Использование шлаков в технологии бетонов (КузГТУ, г. Кемерово, РФ). Электронный ресурс http://sciencebsea.narod.ru/2009/mashin_2009/giljazidinova_isp.htm
8. Калашников В.И., Хвастунов В.Л., Тараканов О.В., Кяшкин В.М., Петухов А.В. Активация малоактивных отвалных шлаков для получения композиционных

бесклинкерных минеральношлаковых вяжущих //Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-2.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=21509> (дата обращения: 26.10.2016).

9. Гилязидинова Н.В., Санталова Т.Н., Рудковская Н.Ю. (КузГТУ, г.Кемерово, РФ) Шлакобетоны повышенной долговечности. Электронный ресурс http://www.sciencebase.bgita.ru/2009/mashin_2009_2/giljaziinova_shlak.htm

10. Асматулаев Б.А., Турсумуратов М.Т. и др. Самовосстанавливающиеся дорожные бетоны. Ж «Наука и техника в дорожной отрасли», № 2, 2016, М., С. 18-22



УДК 621.317.39

DOI 10.24411/2409-3203-2019-12022

РАЗРАБОТКА УНИФИЦИРОВАННОГО РЯДА ОДНОКАНАЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ ВИБРОКОНТРОЛЯ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Батырев Юрий Павлович

к.т.н., доцент кафедры систем автоматического управления
ФГБОУ ВО МГТУ им. Н.Э. Баумана Мытищинский филиал

Россия, г. Мытищи

Шубин Владимир Александрович

начальник отдела

АО «НПО ИТ»

Россия, г. Королев

Солодков Сергей Геннадьевич

начальник сектора

АО «НПО ИТ»

Россия, г. Королев

Синяков Антон Александрович

Инженер

АО «НПО ИТ»

Россия, г. Королев

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы построения современных систем контроля и диагностики энергетических объектов, требующих расширения функциональных возможностей, уменьшения массогабаритных показателей и снижения общих затрат на эксплуатацию оборудования. Предложены схемы одноканальных измерительных каналов для контроля механических параметров энергоустановки малой ГЭС с датчиком, конструктивно объединенным с первичным преобразователем и преобразователем, выполняющим аналоговую и цифровую обработку сигнала и управление конфигурацией измерительного канала по цифровому интерфейсу. Показаны преимущества данного подхода и перспективы развития построения систем контроля и диагностики малых энергетических объектов.

Ключевые слова: Виброконтроль, измерительный преобразователь, гидроэнергетика, цифровая обработка сигнала.