

3 Хайрулина Е.А. Воздействие фильтрационных вод шламохранилища с солесодержащими отходами на поверхностные и подземные воды / Е.А. Хайрулина // Географический вестник. – 2018. – №2. – С. 145–155.

4. Свиридова В.Т. Применение геомембран для изоляции хранилищ промышленных отходов / В.Т. Свиридова // Экология и охрана окружающей среды. – 2014. – Т.14. - №1. – С. 74-76.

5. Лебедевич М.В. Оценка экологических рисков при производстве калийных удобрений на ОАО «Беларуськалий» / М.В. Лебедевич // Полесский государственный университет. – 2014. – С. 81-83.

УДК 666.972

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ОБРАЗЦОВ БЕТОНА, СОДЕРЖАЩИХ ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА

**Логвин В.В., учащаяся УО «Национальный детский технопарк»
Научные руководители – Зеленухо Е.В., Скуратович И.В.
Белорусский национальный технический университет, Беларусь**

Проведены исследования физико-механических свойств образцов бетона, полученного с использованием отходов производства: золы от сжигания торфа, металлошлаков и фосфогипса. Полученные результаты предложено использовать для изготовления бетонного груза для противовеса лифтов.

Ключевые слова: бетонная смесь, отходы производства, зола от сжигания торфа, фосфогипс, металлошлак, груз для противовеса лифта, прочность бетона, водопоглощение бетона.

Изготовление и подготовка бетонной смеси – процесс, от которого напрямую зависят дальнейшие характеристики бетонных изделий. Помимо основных ресурсов, используемых для создания смеси, допускается применение добавок, которые позволяют не только усилить уже имеющиеся свойства смеси, но и наделить её новыми. В нашей работе такими добавками стали металлошлак сталеплавильный, отходы от сжигания золы и фосфогипс, которые использовались в качестве замены части цемента. Данные бетонные смеси в дальнейшем предлагается использовать для изготовления груза для противовеса лифтов.

Оптимальным вариантом для создания экспериментальных образцов было выбрано следующее соотношение компонентов по объему: одна часть цемента, три части песка, одна часть щебня. Процентное содержание в образцах отходов производства представлено в таблице 1.

В нашем эксперименте цемент, песок, щебень, пластификатор смешивались с водой, затем пробы заливались в силиконовую форму, с

ячейками одинакового размера. Пробы застывали в течении трех суток. После изъятия из форм, каждая проба осталась цельной (рисунок 1).

Таблица 1 – Содержание отходов производства в образцах бетонных смесей

Стандартный образец	% содержание фосфогипса			% содержание золы			% содержание металлошлаков		
	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10
Образец №1	5	10	15	5	10	15	5	10	15

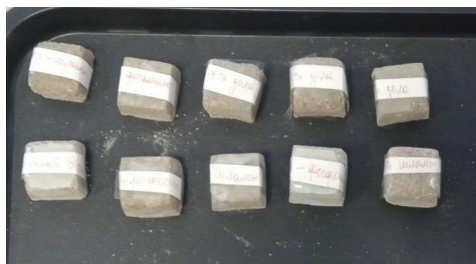


Рисунок 1 – Экспериментальные образцы

Прочность бетона – это способность вещества, после его затвердевания, выдерживать физические, химические и механические нагрузки и воздействия. Это ключевая характеристика, которая играет определяющую роль при определении способов дальнейшей эксплуатации бетонных конструкций и сооружений.

Для определения прочности бетона, из подготовленных смесей был создан небольшой кубик, грани которого равны 2,8 см. Образцы подвергали испытаниям. На них оказывали механическое давление.

Для определения прочности бетонных проб использовался гидравлический пресс ПГМ-500МГ. Каждая проба подвергалась нагрузке до тех пор, пока та не трескалась. Данные приведены в таблице 2.

Из данных таблицы 2 следует, что при замене 5% цемента шлаками прочность образцов увеличивается. Наименьшие результаты по прочности показали образцы, содержащие 10% фосфогипса.

Водопоглощение бетона – это способность образцов впитывать воду. Этот показатель является важным свойством, которое влияет на долговечность, прочность и устойчивость бетона воздействию внешней среды.

Измерение водопоглощения проводилось в течение 3 суток, образцы взвешивались до проведения испытаний, после чего каждую пробу опускали в воду. Каждые сутки пробы извлекали из воды, массу вновь определяли и образцы вновь погружались в воду. Водопоглощение определялось по разности массы образца в начале и в конце эксперимента. Результаты эксперимента приведены в таблице 3.

Таблица 2 – Прочность бетонных образцов

Наименование экспериментального образца	Содержание в бетонной смеси отходов производства, %	P, кН	L, мм
Контрольный образец (бетон без добавок)	-	2,29	
Состав бетона с содержанием фосфогипса	5	3,24	0,83
	10	2,27	0,91
	15	0,84	1,29
Состав бетона с содержанием торфяной золы	5	0,86	1,05
	10	1,19	1,91
	15	0,69	1,48
Состав бетона с содержанием сталеплавильных шлаков	5	1,31	0,84
	10	0,37	1,90
	15	1,3	1,53

Проведенное исследование показывает, что добавление отходов производства замедляет процесс водопоглощения, у образцов с большим содержанием отходов производства уровень водопоглощения ниже, чем у контрольного образца.

Таблица 3 - Результаты определения водопоглощения исследуемых экспериментальных образцов

Наименование экспериментального образца	Содержание в бетонной смеси отходов производства, %	Время наблюдения		
		24 ч	48 ч	72 ч
Контрольный образец (бетон без добавок)	-	11,6	14,0	14,0
Состав бетона с содержанием сталеплавильных шлаков	5	8,3	11,1	11,1
	10	2,6	2,6	2,6
	15	2,3	6,8	6,8
Состав бетона с содержанием торфяной золы	5	9,4	12,5	12,5
	10	8,3	8,3	8,3
	15	6,3	6,3	6,3
Состав бетона с содержанием фосфогипса	5	6,9	10,3	6,9
	10	4,1	5,4	5,4
	15	3,6	5,4	5,4

Таким образом, мы пришли к выводу, что для создания образцов груза для противовеса на предприятии и проверке их свойств подходят следующие составы:

- с добавлением золы от 5 до 10%;
- с добавлением фосфогипса 5%;
- с добавлением шлаков от 10 до 15%.

Вовлечение отходов производства в технологический процесс ОАО «Могилевлифтмаш» будет способствовать реализации принципов устойчивого развития: снизит нагрузку на почвы и грунтовые воды, атмосферу, приведет к уменьшению энергопотребления и образованию парниковых газов, экономии невозобновляемых природных ресурсов, уменьшит себестоимость изделий, увеличит рентабельность производства, его конкурентноспособность, снизит экологический налог, будет способствовать соблюдению природоохранного законодательства, модернизации производства и созданию новых рабочих мест, минимизирует риски штрафов, улучшит имидж предприятия.

Литература:

1. Государственный кадастр отходов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ecoinfo.by>. – Дата доступа: 07.03.2025.
2. Классификатор отходов, образующихся в Республике Беларусь, утв. постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 8 ноября 2007 г. № 85.
3. Костров В.В., Свиридов А.В., Цыбакин С.В., Дубровина Ю.Ю. Изучение химического состава и вопросов утилизации торфяной золы в производстве бетонов // Химия и химическая технология. 2008, том 51, вып. 11. с. 52-55.
4. Лифты. Учебник для вузов / под общей ред. Д. П. Волкова. – М.: изд-во АСВ, 1999. – 480 с.
5. Современные направления переработки фосфогипса / Головнева В. В., Кулемина А. Е., Почиталкина И. А., Шубабко О. Э. // Успехи в химии и химической технологии. 2020. Т. 34, № 4 (227). с. 65–67.

УДК 504.3.054

МОНИТОРИНГ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Любимова А.А., студент

Научный руководитель Веремейчик Л.А.

Белорусский национальный технический университет, Беларусь

В статье показана значимость качества атмосферного воздуха, представлены результаты мониторинга атмосферного воздуха Республики Беларусь за 2023 год, охватывающего 67 пунктов наблюдений в 19 городах. Выявлены наиболее загрязненные