

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕМЕНТНОЙ ПЫЛИ И ЛЕТУЧЕЙ ЗОЛЫ В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО СВЯЗУЮЩЕГО.

Буденная Яна Игоревна

магистрант, ИСА МГСУ, РФ, г. Москва

Стариков Николай Михайлович

магистрант, ИСА МГСУ, РФ, г. Москва

Киргуев Станислав Анатольевич

магистрант, ИСА МГСУ, РФ, г. Москва

Мухин Илья Александрович

магистрант, ИСА МГСУ, РФ, г. Москва

Евдокимов Вадим Сергеевич

магистрант, ИСА МГСУ, РФ, г. Москва

Цветков Дмитрий Владимирович

магистрант, ИСА МГСУ, РФ, г. Москва

Федорова Зоя Сергеевна

магистрант, ИСА МГСУ, РФ, г. Москва

Козлов Антон Степанович

магистрант, ИСА МГСУ, РФ, г. Москва

Сосновский Михаил Геннадиевич

магистрант, ИСА МГСУ, РФ, г. Москва

Дятлов Дмитрий Витальевич

магистрант, ИСА МГСУ, РФ, г. Москва

В современном мире острым вопросом остается утилизация промышленных отходов. К примеру, только в США ежегодно утилизируется 4,3 миллиона тонн отходов цементной промышленности. Хотя сама по себе цементная пыль неопасна, и проявляет низкую способность к вымыванию токсичных металлов, вопрос об ее захоронении остается открытым.

Цементная пыль (ЦП) представляет собой побочный продукт промышленного производства цемента. Летучая зола (ЛЗ) является побочным продуктом угольных электростанций. Цементная пыль богата кальцием, в то время как летучая зола представляет собой диоксид кремния, (рис.1.) уникальное сочетание этих двух пуццолановых материалов были

исследованы в качестве альтернативного связующего. Применение данных вяжущих материалов в купе с переработанным заполнителем, таким как, дробленый кирпич либо бетонная крошка, может иметь экономические и экологические выгоды [1, с.210].

Для изучения характеристик данных материалов была отобрана цементная пыль и летучая зола в количестве 30% от массы раствора и переработанный заполнитель с номинальным размером частиц 20 мм [2, с.63].

химикат	СКД (% массы)	ФА (% массы)
Al_2O_3	3,50	25,56
SiO_2	15,37	51,11
CaO	58,85	4,30
Fe_2O_3	3,08	12,48
K_2O	7,00	0,70
MgO	1,55	1,45
Na_2O	4,37	0,77
SO_3	5,66	0,24
Lol *	23,79	0,57

* Потери при прокаливании.

Рисунок 1. Состав цементной пыли и золы

На рис.2. представлено сравнение частиц цементной пыли и летучей золы под электронным микроскопом. На нем видно, что ЦП имеет на много более мелкую структуру, чем ЛЗ, это говорит о ее большей площади соприкосновения с заполнителем, что приводит к более высокой абсорбции воды в процессе гидратации, а следовательно можно уменьшить содержание воды в растворе.

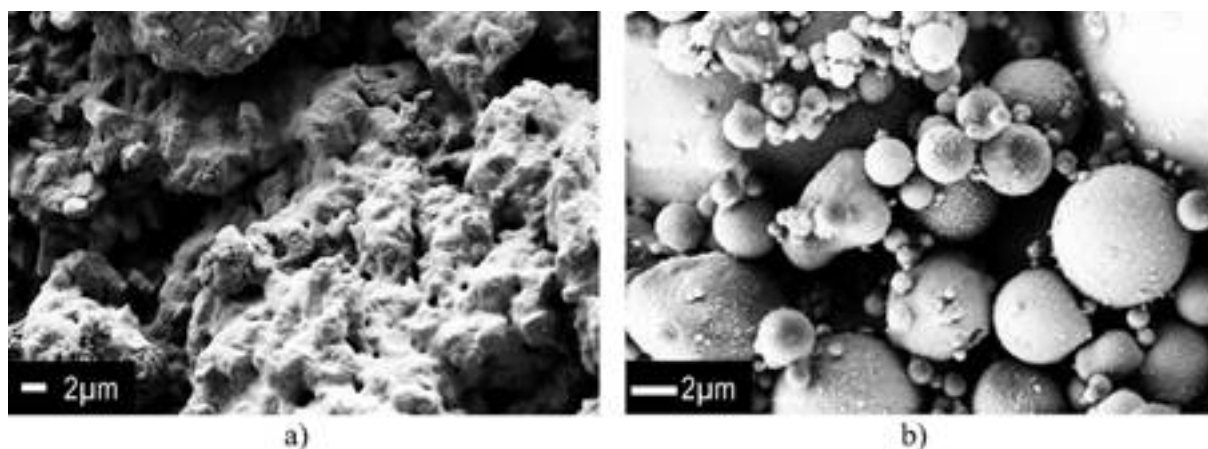


Рисунок 2. Изображение связующих под микроскопом: а) Цементная пыль б) Летучая зола

На рис.3. показаны значения предела прочности на сжатие испытанных образцов с различным содержанием связующих. Предел прочности на сжатие для образцов, содержащих альтернативные вяжущие многократно увеличился по сравнению с заполнителем без вяжущего.

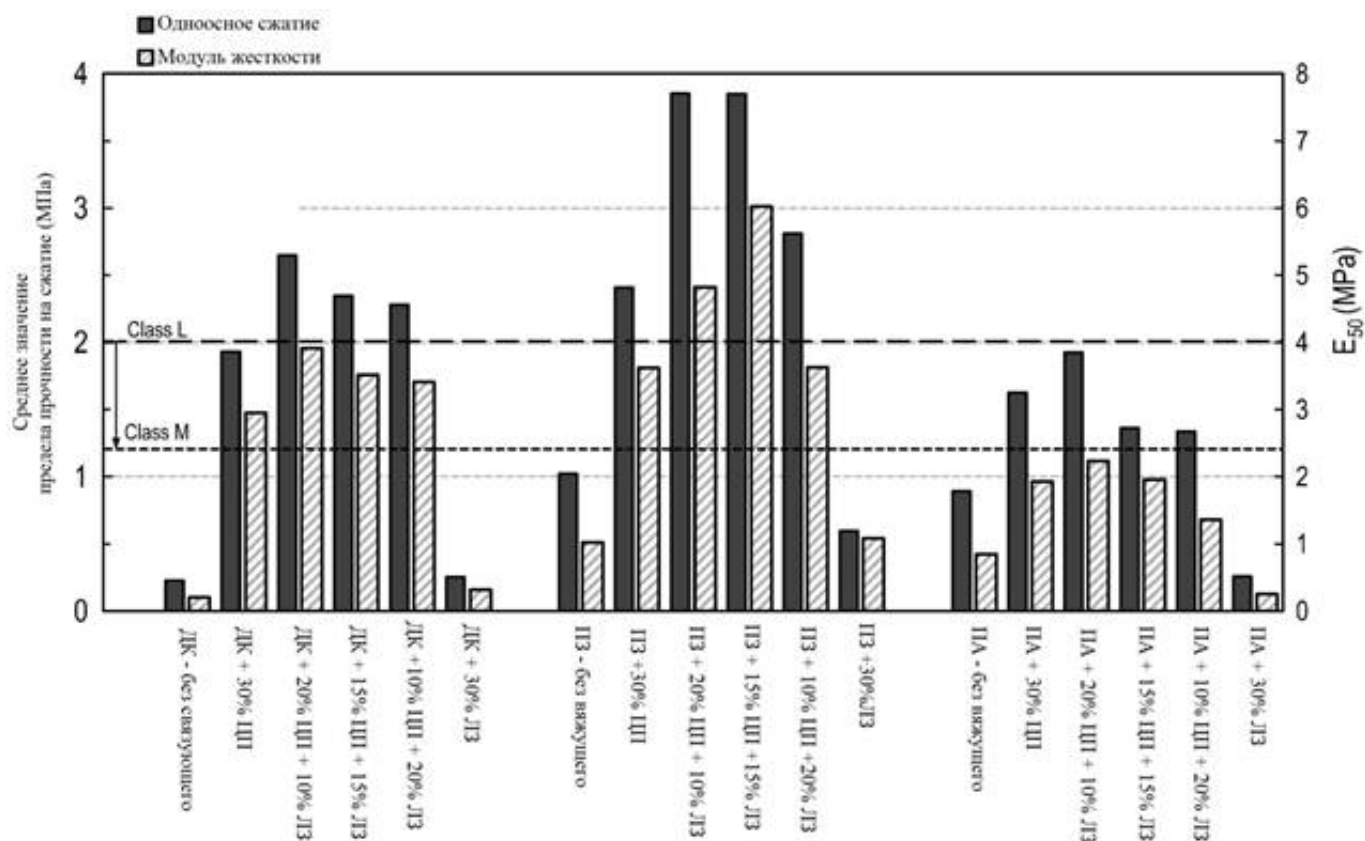


Рисунок 3. Предел прочности на сжатие испытанных образцов. ДК -дробленый кирпич; ЦП - цементная пыль; ЛЗ - летучая зола; ПЗ - переработка; ПА - переработанный асфальт

Из рис.3 отчетливо видно, что ЦП и ЛЗ в купе показывают лучший результат, чем по отдельности. Низкое содержание кальция в ЛЗ тормозит процесс гидратации и связывания заполнителя – этим можно объяснить низкую эффективность применение ЛЗ в качестве единственного вяжущего.

На рис. 4 показан модуль упругости (M_R) вяжущих материалов, полученный путем осевого нагружения образцов в течение 15 циклов.

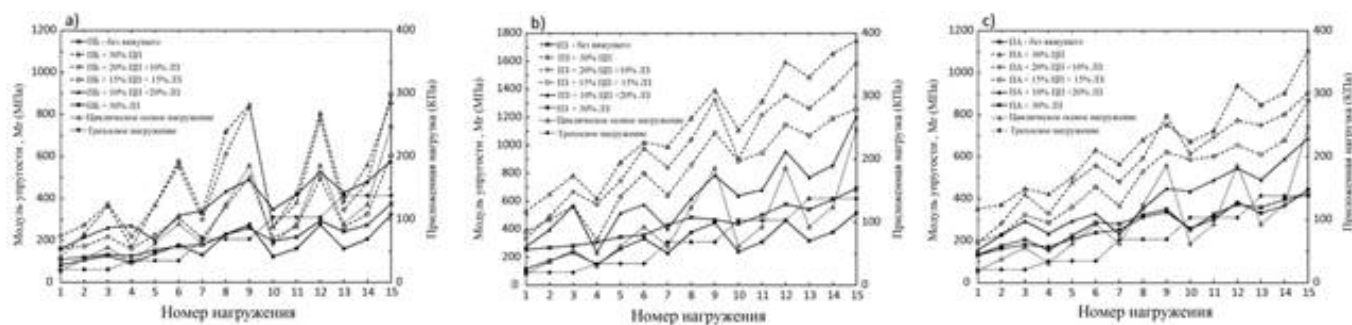


Рисунок 4. Показатель модуля упругости испытанных образцов. ДК -дробленый кирпич; ЦП - цементная пыль; ЛЗ - летучая зола; ПЗ - переработка; ПА - переработанный асфальт

Подобно результатам испытания на предел прочности на сжатие, образцы, содержащие в качестве заполнителя переработку, показали наивысший результат модуля упругости. Это говорит о том, что хоть вяжущая способность кальция высока, она в конечном итоге слабее, чем вяжущие свойства алюмосиликатных гелей. Они более успешно воспринимают динамические упругие нагрузки на низком уровне нагружения.

Следующим шагом стало испытание образцов, показавших максимальные показатели в предыдущих тестах, на остаточную деформацию, для получения данных влияния повторных нагрузок на прочность связей.

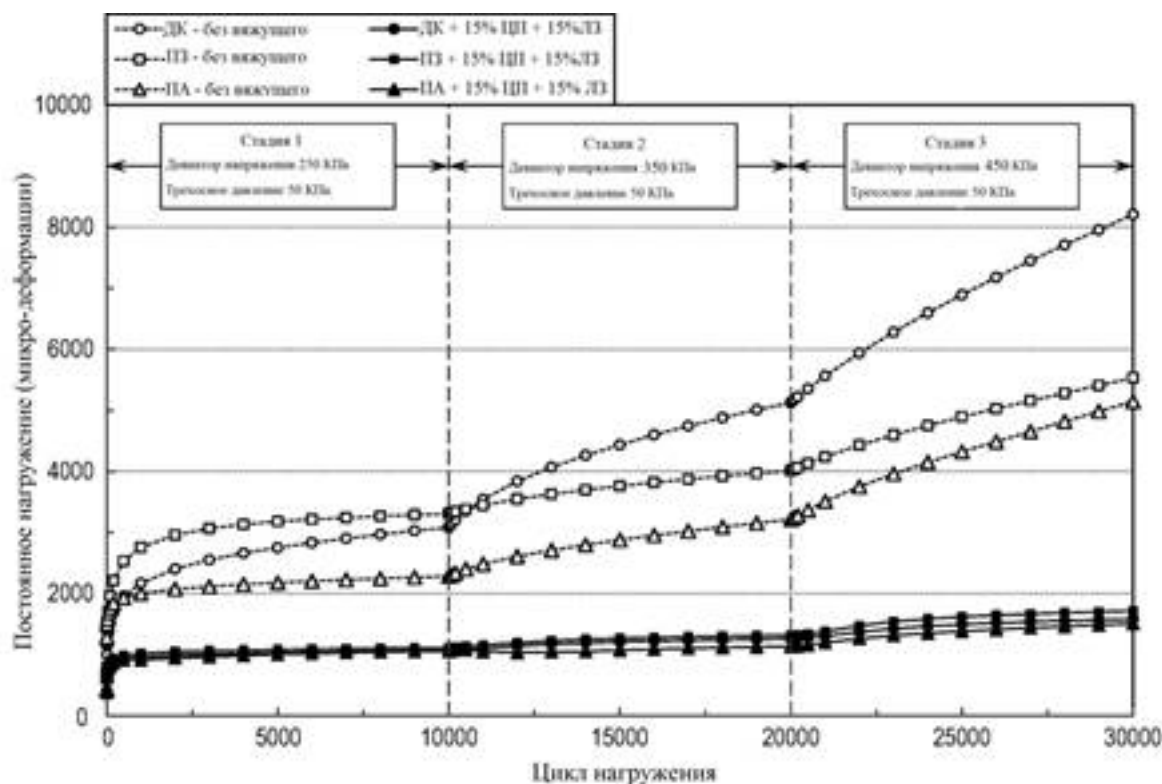


Рисунок 5. Сравнение результатов испытания остаточной деформации

Рис. 5 показывает развитие постоянного упругого напряжения на образцах с заполнителем без вяжущего. В то время, как образцы, содержащие в качестве вяжущего 20% ЦП + 10% ЛЗ показывают стабильное поведение.

Выводы.

Прочностные характеристики ЦП и ЛЗ, в качестве альтернативных вяжущих, были оценены путем проведения испытаний на модуль упругости и предел прочности на сжатие при комнатной температуре. Также был проведен визуальный анализ под электронным микроскопом. Оптимальные вяжущие характеристики были получены при составе смеси 20% ЦП + 10% ЛЗ. Переработанный заполнитель показал наивысший результат M_r . Состав состоящий на основе ЦП + ЛЗ с переработанным заполнителем может применяться в качестве фундаментов зданий и сооружений. В то время как заполнитель на основе асфальтной крошки может применяться в качестве подбетонки.

Список литературы:

1. Тауберт Д. Эффективное использование цементной пыли в цементной промышленности. Техническая конференция Рекорд, IEEE, 2008.
2. Такер М., Дж. Германн. Рациональное использование промышленных отходов. BioCycle, 42 (9) (2001).