

**Матченко Никита Александрович**

магистрант

**Ламов Илья Владимирович**

магистрант

ФГБОУ ВО «Липецкий государственный

технический университет»

г. Липецк, Липецкая область

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЕОПОЛИМЕРНЫХ БЕТОНОВ**

***Аннотация:** в данной статье рассматривается вопрос влияния отходов теплоэнергетической и металлургической промышленности на физико-механические свойства изделий из геополимерного бетона. Авторы исследуют влияние мелкозернистых отходов промышленности на физико-механические свойства данного материала.*

***Ключевые слова:** геополимеры, бетон, зола-унос, щелочь, геополимерный бетон.*

Бетонная промышленность в Российской Федерации в третьем квартале 2016 года впервые за 15 последних месяцев превысило прошлогодние показатели. Федеральная Служба Государственной Статистики опубликовала данные о производстве бетона в Российской Федерации за май 2016 года. Согласно данным, в мае на территории России было изготовлено чуть более 2 миллионов кубометров бетона.

С ростом развития инфраструктуры и глобального строительства в жилищном секторе так же связано увеличение производства бетона и изделий на его основе. Тем не менее процесс производства бетона является чрезвычайно энергоемким.

Бетон является одним из наиболее распространенных строительных материалов, используемых при строительстве зданий, мостов и инфраструктуры по

всему миру. В то время как бетон является отличным строительным материалом, это производство выпускает большое количество диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ).

В целях дальнейшего снижения выбросов  $\text{CO}_2$ , связанных с основной жизнедеятельностью альтернативы для замены портландцемента изучаются материалы на основе геополимеров, которые считаются одной из альтернатив.

Геополимерные бетоны представляют собой неорганические полимерные композиционные материалы, которые являются перспективными бетонами с потенциалом, чтобы сформировать существенный элемент экологически устойчивого строительства путем замены и дополнения обычных бетонов. Геополимерные бетоны имеют высокую прочность, с хорошей устойчивостью к проникновению хлоридов, воздействию кислот и т. д.

Термин «геополимеры» описывает семейство минеральных вяжущих с химическим составом, близким к цеолитам, но с аморфной микроструктурой. В отличие от портландцемента, геополимеры не образуют кальциевых силикат-гидратов (CSHs) для формирования матрицы и прочности, но используют поликонденсацию кремнезема и глинозема для достижения конструкционной прочности. Две основные составляющие геополимеров являются: исходные материалы и щелочные жидкости. Исходные материалы алюмосиликата должны быть обогащены кремнием (Si) и алюминием (Al). Заполнители и наполнители могут являться побочными продуктами металлургической и теплоэнергетической промышленности, таких как летучая зола (зола-уноса), микрокремнезем, шлак, красного шлама и т. д. Геополимеры также являются уникальными по сравнению с другими алюмосиликатными материалами (например, алюмосиликатные гели, стекла, и цеолиты).

В составе геополимеров в основном можно использовать такие промышленные отходы, как летучие золы (золы-уноса). Большая часть летучей золы, используется неэффективно или не используется вовсе, а основная ее масса занимает крупную площадь в отвалах.

В качестве замены портландцемента используется летучая зола в роли связующего вещества, а связующим выступает щелочесодержащий компонент – жидкое стекло натриевое.

Применяемые золы представляют являются тонкодисперсными порошками, характеризующимися полидисперсным распределением частиц различных размеров и форм. Истинная плотность зол-уноса лежит в пределах от 1700–2300 кг/м<sup>3</sup>, а удельная поверхность в районе 220–400 м<sup>2</sup>/кг. Используемые золы уноса можно отнести к низкокальциевым, из-за содержания в их составе 5–7% СаО. Различия химического и гранулометрического состава зол-уноса обусловлена особенностями горных пород, использующихся в качестве твердого топлива. К ним можно отнести температуру сжигания угля, скорость охлаждения расплава, которые оказывают влияние на плотность зол-уноса.

К одним из наиважнейших характеристик летучих зол можно отнести их растворимость в щелочесодержащем компоненте. Для получения оптимальной по своим связующим свойствам летучая зола с низким содержанием кальция должна иметь процент несгоревшего материала менее чем на 5%, содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> не должно превышать 10%, содержание реактивного кремнезема должно быть в пределах 40–50% и низкое содержание СаО. Другие характеристики, которые влияют на пригодность золы-уноса для применения в геополимерах являются: размер частиц, содержание аморфной формы, а также морфология и происхождение летучей золы.

### *Список литературы*

1. Матченко Н.А. Исследование свойств геополимерного бетона с целью применения его в строительстве / Н.А. Матченко, Г.С. Дедаев, И.В. Ламов // Научное сообщество студентов: Материалы VII Междунар. студенч. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 28 февр. 2016 г.) / редкол.: О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. – С. 181–183. – ISBN 978–5–9907919–4–7.
2. Davidovits G. High-Alkali Cements for 21-st Century Concretes // Concrete technology past, present, and future. Proceedings of V.M. Malhotra Sumposium / G. Davidovits. – 1994.

3. Матченко Н.А. Исследование свойств геополимерного бетона с целью применения его в строительстве / Н.А. Матченко, Г.С. Дедаев, И.В. Ламов // Научное сообщество студентов: Материалы VII Междунар. студенч. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 28 февр. 2016 г.) / редкол.: О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. – С. 181–183. – ISBN 978–5-9907919–4–7.