

ОТЗЫВ

зарубежного научного консультанта на диссертацию

Аубакировой Зульфии Акылбековны

«Разработка составов мелкозернистого бетона с использованием золошлаковых отходов Усть-Каменогорского ТЭЦ для аддитивных технологий», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07302 – «Производство строительных материалов, изделий и конструкций».

Диссертационная работа Аубакировой Зульфии Акылбековны посвящена решению актуальной научно-технической проблемы, связанной с разработкой составов мелкозернистого бетона для аддитивных строительных технологий с использованием золошлаковых отходов Усть-Каменогорской ТЭЦ.

Актуальность темы исследования определяется современными тенденциями развития строительной отрасли, связанными с внедрением цифровых технологий, автоматизацией строительных процессов и переходом к ресурсосберегающим технологиям. Одним из наиболее перспективных направлений является развитие аддитивного строительства на основе технологии 3D-печати бетонных конструкций. Вместе с тем важной экологической и экономической задачей остается рациональная утилизация золошлаковых отходов теплоэнергетики, объемы накопления которых ежегодно увеличиваются. В связи с этим разработка составов мелкозернистого бетона с использованием золошлаковых отходов для технологий строительной 3D-печати является важной научно-практической задачей.

Целью диссертации является комплексное исследование влияния золошлаковых отходов Усть-Каменогорской ТЭЦ на технологические, реологические, физико-механические свойства мелкозернистого бетона, предназначенного для аддитивных технологий (3D-печати), а также научное обоснование оптимальных составов и параметров их применения.

Для достижения поставленной цели автором выполнен значительный объем теоретических, экспериментальных и аналитических исследований. В диссертации проведен анализ современного состояния аддитивных технологий в строительстве и рассмотрен международный и отечественный опыт использования золошлаковых отходов в составах мелкозернистого бетона, в том числе предназначенного для технологий 3D-печати.

Особое внимание уделено исследованию золошлаковых материалов Усть-Каменогорской ТЭЦ. Изучены особенности формирования и распределения золошлаковых отходов в золоотвале, определены их гранулометрический, химический и минералогический составы. Автором установлено, что исследуемые золошлаковые материалы обладают скрытой пуццолановой активностью и могут эффективно использоваться в качестве минерального компонента и микронаполнителя для мелкозернистых бетонов.

В диссертации исследовано влияние механической активации золы на свойства цементных композиций. Установлено, что механически

активированная зола способствует улучшению реологических свойств смеси, повышению плотности структуры цементного камня и увеличению прочностных характеристик бетона.

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

- установлены закономерности формирования и распределения золошлаковых материалов в золоотвале Усть-Каменогорской ТЭЦ;
- выявлено влияние механически активированных золошлаковых материалов на реологические и физико-механические свойства цементных композиций для аддитивных технологий;
- разработаны составы мелкозернистого бетона на основе золошлаковых отходов, обеспечивающие требуемые показатели экструдиремости, формоустойчивости и прочности при 3D-печати;
- установлены закономерности структурообразования бетона при использовании механически активированной золы;
- разработана статистико-регрессионная модель зависимости прочностных характеристик бетона от содержания активированного минерального компонента;
- разработаны технологическая схема аддитивного изготовления бетонных изделий и система контроля качества продукции.

Важным научным результатом является определение оптимальных параметров использования золошлаковых отходов в составах мелкозернистого бетона. Автором показано, что частичная замена цемента механически активированной золой и использование золы в качестве микронаполнителя улучшают технологические свойства бетонной смеси при сохранении требуемых прочностных характеристик бетона.

Следует отметить, что исследования выполнены на высоком научно-методическом уровне. В работе использованы современные методы исследования и анализа, включая рентгенофазовый анализ (XRD), сканирующую электронную микроскопию (SEM), статистико-регрессионный анализ и численное моделирование методом конечных элементов (FEM). Экспериментальные исследования проводились с использованием строительного 3D-принтера S-6045, что придает работе практическую значимость и подтверждает возможность применения разработанных составов в реальных условиях строительной 3D-печати.

Практическая значимость работы заключается в разработке эффективных составов мелкозернистого бетона для аддитивных строительных технологий с использованием местных золошлаковых отходов. Разработанные составы обеспечивают улучшенные реотехнологические свойства бетонных смесей, снижение себестоимости материалов и рациональную утилизацию отходов теплоэнергетики. Полученные результаты могут быть использованы при производстве малых архитектурных форм, элементов благоустройства и других строительных изделий, изготавливаемых методом послойной экструзии. Диссертация подтверждает возможность практического применения разработанных составов в аддитивном производстве бетонных конструкций. Основные положения и результаты диссертации опубликованы

в отечественных и международных научных журналах, представлены на международных научно-практических конференциях и подтверждены патентами Республики Казахстан на полезные модели.

Диссертация отличается логичной структурой, последовательным изложением материала, достаточным объемом экспериментальных исследований и обоснованными выводами. Полученные результаты обладают научной достоверностью, а также теоретической и практической значимостью.

В целом диссертация Аубакировой Зульфии Акылбековны на тему «Разработка составов мелкозернистого бетона с использованием золошлаковых отходов Усть-Каменогорской ТЭЦ для аддитивных технологий» является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научно-методическом уровне, соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD), а ее автор заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07302 – «Производство строительных материалов, изделий и конструкций».

Ignacio Menéndez Pidal de Navascués
Polytechnic University of Madrid.
Faculty of Civil Engineering
Madrid, Spain

