

**Фундаментальные научные исследования  
новых бетонов  
с безобжиговым зольным гравием  
с переходом к экологически чистой и  
ресурсосберегающей энергетике  
и глубокой переработке угля**

**СПб политехнический университет Петра Великого,  
Центр Национальной технологической инициативы  
«Новые производственные технологии»**

**Николай Иванович Ватин, д.т.н., проф. гл.н.с.**

**Юрий Германович Барабанщиков, д.т.н., проф.**

**Дарья Викторовна Немова, к.т.н., доц.**

**Ксения Юрьевна Усанова, ст. преп.**

## Основные документы

### Стратегия научно-технологического развития РФ,

Подпункт «б» пункта 20:

«Переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии».

### Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года.

Идет освоение новых месторождений

- в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке (Улуг-Хемский бассейн, Эльгинское угольное месторождение в Южно-Якутском угольном бассейне),
- в Арктической зоне Российской Федерации (Верхне-Алькатваамское и Амаамское угольные месторождения в Чукотском автономном округе, Малолемберовское, Нижнелемберовское и Сырадасайское месторождения в Таймырском угольном бассейне).

Ближайшие два десятилетия предполагается продолжение работы российских ТЭС и ТЭЦ и на каменном, и на буром угольном топливе. При этом образуется большое количество золошлаковых отходов, захоронение которых представляет техническую проблему.

## Основная идея

**Анализ научно-технической литературы свидетельствует о возможности замены крупного заполнителя в бетонах гранулированной золой уноса, что является способом ее утилизации.**

**Использование гранул из золы уноса в бетоне позволяет не только утилизировать промышленные отходы ТЭЦ и ТЭС, но и сохранить окружающую среду за счёт сокращения расхода природных невозобновляемых нерудных сырьевых материалов (гравий, щебень) при изготовлении бетона, а также уменьшения объемов золоотвалов.**

**Кроме этого, гранулы из золы уноса позволят повысить качество бетона, путем уменьшения его деформации усадки. Это достигается путем предварительного насыщения пористых гранул водой и называется “внутренний уход” за твердеющим бетоном. Получаемый бетон обладает повышенным сопротивлением теплопередачи и может быть использован в ограждающих конструкциях зданий и сооружений в сочетании с новыми системами конструктивного энергосбережения.**

**В свою очередь ТЭС и ТЭЦ становятся системными производителями наукоемких строительных материалов, в производстве которых используется внутренняя энергия органического топлива. Ранее эта энергия, затрачиваемая на физико-химические превращения неорганических примесей в угле, фактически безвозвратно терялась.**

## Мотивация исследования

Информацию о современном состоянии исследований по данному направлению можно суммировать следующим образом:

- В ходе обширных исследований за последние годы были изучены многие свойства бетонов с зольным гравием для различных областей и их применение (легкие бетоны, высокопрочные бетоны, самоуплотняющиеся бетоны).
- Выявлено влияние добавок фибры, суперпластификаторов, микрокремнезема и нанокремнезема на характеристики бетонных смесей и бетонов с зольным гравием.
- Полученные математические модели, основанные на эмпирических данных в виде модифицированного уравнения Боломея и регрессионных зависимостей, имеют ограниченное применение.
- В имеющихся работах не содержится строгой теории, описывающей формирование основных свойств таких бетонов в зависимости от расчётной формулы, позволяющей прогнозировать свойства в широком диапазоне изменяемых параметров матрицы и заполнителей бетона.
- В силу многопараметричности задачи имеющихся экспериментальных данных также недостаточно для проектирования составов бетонных смесей.

## Грант РНФ

**Работы по безобжиговому зольному гравию поддержаны Российским научным фондом (РНФ).**

**Подписано трехстороннее Соглашение № 21-19-00324 между РНФ, руководителем проекта и СПбПУ**

**СОГЛАШЕНИЕ № 21-19-00324  
между Российским научным фондом, руководителем проекта и  
организацией о предоставлении гранта на проведение фундаментальных  
научных исследований и поисковых научных исследований**



г. Москва

«20» апреля 2021 года

Российский научный фонд, именуемый в дальнейшем «Фонд», в лице заместителя генерального директора - начальника Управления программ и проектов Фонда Блинова Андрея Николаевича, действующего на основании доверенности № 1 от 11 января 2021 года, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого," именуем(ое/ая/ый) в дальнейшем «Организация», в лице проректора по научной работе Сергеева Виталия Владимировича<sup>1</sup>, действующего на основании доверенности № юр-274/20-д от 21.12.2020, и руководитель научного коллектива (далее именуется «научный коллектив»), Ватин Николай Иванович, именуемый в дальнейшем «Руководитель проекта», вместе и по отдельности именуемые в дальнейшем соответственно «Стороны», «Сторона», заключили настоящее Соглашение о следующем:

## Предварительные результаты

Коллектив исполнителей настоящего проекта за последние годы получил следующие новые научные результаты международного уровня, опубликованные в журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science Core Collection. Большинство публикаций сделано в журналах уровня Q1-Q2:

1. Выполнен и опубликованы в журналах уровня Q1-Q2 обзоры и исследовательские работы по конструктивным бетонам, в которых часть традиционного состава бетонной смеси заменена различными отходами, в том числе:
  - ◆ пустой породой угледобычи ,
  - ◆ серой,
  - ◆ керамзитом,
  - ◆ золошлаковыми отходами.
2. Для бетона с использованием пустой породы в качестве заполнителя определялись его механические свойства, в том числе в условиях многократного замораживания-оттаивания, соответствующего климатическим условиям основной территории Российской Федерации.
3. Выявлены научных закономерностей влияния золошлаковых отходов ТЭС и ТЭС на механизм гидратации и структуру гипсоцементного вяжущего бетонов . Полученные результаты позволяют построить научные гипотезы для цементного вяжущего в его взаимодействии с безобжиговым зольным гравием.
4. Исследована возможность снижения тепловыделения бетона заменой части цемента повышенным количеством молотого доменного гранулированного шлака .
5. Исследовано влияние электрофильтовой сланцевой золы ТЭС и микрокремнезема на сульфатостойкость портландцемента .

**6. Выполненные первоначальные исследования искусственного зольного гравия , и бетона с гравием. Водопоглощение крупного заполнителя 6,1 %, прочность заполнителя при сдавливании в цилиндре 6,2 МПа. Полученные характеристики заполнителей показывают их возможность использования в широких классах конструктивных бетонов. Показана перспективность применения бетона с безобжиговым зольным гравием в качестве бетона с пониженной плотностью, порядка 2000 кг/м<sup>3</sup>. Исследованы свойства бетона класса В30 с заполнителем из безобжигового зольного гравия.**











## Контакты

Ватин Николай Иванович

моб. +7921 964-3762 ( в том числе мессенджеры WhatsApp, Telegram. Viber)

ФГАОУ ВО "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого",  
д.т.н., проф., главный научный сотрудник

[https://www.researchgate.net/profile/Nikolai\\_Vatin](https://www.researchgate.net/profile/Nikolai_Vatin)

Scopus ID [6508103761](#)

Создатель журнала:

- ["Magazine of Civil Engineering"](#) (Scopus, Web of Science, ВАК)

Главный научный редактор журналов:

- ["Construction of Unique Buildings and Structures"](#) (ВАК, RSCI Web of Science)

- ["AlfaBuild"](#) (ВАК, РИНЦ)