

## НАПРАВЛЕНИЕ 1

### Строительное материаловедение и ресурсосберегающие технологии производства строительных материалов и изделий (Науч. рук. д-р техн. наук, проф. В.Г. Хозин)

#### Кафедра Строительных материалов

Председатель А.М. Сулейманов  
Зам. председателя З.А. Камалова  
Секретарь З.А. Камалова

#### ПЕРВОЕ ЗАСЕДАНИЕ

16 апреля, 9.00, ауд. 1-19

1. **А.М. Сулейманов.** Актуальные задачи теории и практики прогнозирования долговечности полимерных композиционных материалов.

Объёмы производства и потребления полимерных композиционных материалов (ПКМ) в различных областях промышленности постоянно возрастают. Строительный сектор выступает одним из основных драйверов роста, так как на него с учётом транспортной и коммунальной инфраструктуры приходится более 20 % общего мирового потребления ПКМ (~ 4-5 млн тонн). При этом в расширяющейся номенклатуре ПКМ значительную долю начинают занимать конструкционные материалы, физико-механические характеристики которых значительно превосходят уровень свойств традиционных строительных материалов - бетона и стали. Однако более широкое и эффективное применение полимерных композитов ограничивают назначенные в современных нормативных документах коэффициенты запаса, длительной прочности и условий работы. Во многом эти коэффициенты являются мерой незнания поведения ПКМ в различных условиях эксплуатации, и на сегодняшний день строгих методов их определения не существует.

Исходя из данной научной проблемы, проведен анализ современного состояния теории и практики прогнозирования долговечности ПКМ и определены актуальные задачи в этой области с целью создания расчетного аппарата более точно учитывающего изменение свойств данного класса композитов в условиях эксплуатации.

2. **Р.З. Рахимов.** Строительное материаловедение эпохи древнего мира.

Для развития науки строительного материаловедения в эпоху древнего мира присуще преимущественно выработка объективных знаний и определенные попытки их методической систематизации. Выработка объективных знаний возрастала по определенным этапам. В период палеолита- древнего каменного века с 2-го миллиона лет до н.э. постепенно формировались знания о природных строительных материалах минерального и растительного происхождения. В эпоху неолита - позднего каменного века с 10-го по 4-е тысячелетия до н.э. в большинстве регионов преобладающими строительными материалами стали древесина, сырцовый глиняный кирпич, глиняный раствор, керамический кирпич и черепица. С началом бронзового века с конца 4-го и до середины 2-го тысячелетия до н.э. получило распространение глазурованный кирпич, стекла, каменных блоков, мрамора и гранита, гипсовых и известковых вяжущих, бронзы. с начала 1-го тысячелетия до н.э. и до 5 века получило распространение применения гидравлической извести, романцемента, железа, бетона.

3. **Д.С. Смирнов, Н.С. Шелихов, Л.Ф. Мавлиев.** Исследование объектов культурно-исторического наследия расположенных на территории Казанского Кремля.

Целью проводимых обследований является сохранение объектов культурного наследия. В работе приводятся результаты исследований руинированных остатков «Пещерного» храма Собора Казанской иконы Божией Матери, а также каменной кладки и штукатурного раствора фасадов здания присутственных мест расположенных на территории Кремля (конец 18 - начало 19 века, с пристройкой бывшей консистории конец 18 века). В работе дается описание объектов обследования, данные визуального осмотра, результаты неразрушающего контроля, методики и результаты лабораторных исследований, данные о физико-механических свойствах исследуемых материалов (руинированных остатков исторических полов, кирпичных стен и кладочного раствора пещерного храма, а также каменной кладки и штукатурного раствора фасадов здания присутственных мест), вещественный качественный и количественный состав штукатурного и кладочного растворов. Полученные результаты позволили определить принадлежность объектов к «предметам охраны» с выбором дальнейшего метода ремонта и режимов эксплуатации.

4. **Р.Р. Сагдиев, Н.С. Шелихов, Д.А. Зарезнов.** Модификация низкообжиговых гидравлических вяжущих добавками минерализаторами.

Развитие индустрии строительных материалов привело к появлению новых технологий и методов позволяющих регулировать свойства материалов в нужном направлении и теперь могут найтись области для применения низкообжиговых гидравлических вяжущих. Если рассмотреть возможные пути улучшения низкообжиговых гидравлических вяжущих, то можно выделить три наиболее важных направления:

1. Модификация низкообжиговых гидравлических вяжущих на уровне обжига;
2. Модификация низкообжиговых гидравлических вяжущих на уровне помола;
3. Модификация низкообжиговых гидравлических вяжущих на уровне применения.

В работе было изучено 1-е направление и в качестве минерализаторов были использованы: NaCl, NaF, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, BaSO<sub>4</sub>, а также их смеси.

5. **Е.Ю.Ермилова, З.А. Камалова.** Гибридные добавки на основе термоактивированной смеси глины и соединений натрия для композиционного портландцемента

Еще в 60-х гг. 20 века научной школой КИСИ (г. Киев) во главе с Глуховским В.Д. было установлено, что при затворении порошков природных глин и каолинов, растворами щелочей происходит их твердение при нормальных условиях или при пропаривании. Вместе с тем, с обожженными глинами реакции взаимодействия идут интенсивнее.

С другой стороны, сравнительно недавно в зарубежной литературе появилось понятие гибридных портландцементов, которые связаны с образованием в смеси портландцемент-алюмосиликатная добавка-щелочь (или соли щелочных металлов) помимо кальциево-силикатного гидрогеля, еще и натрий алюмосиликатного гидрогеля, где активный алюминий играет ключевую роль в образовании геля, особенно на стадии инициации реакции.

В связи с этим, были проведены исследования влияния совместного обжига глин разного минералогического состава с соединениями натрия на основные свойства получаемого композиционного цементного теста и камня. В качестве соединений натрия использовались сульфат и гидроксид натрия.

6. **Е.Б. Туйсина, А.И. Даутов, А.М. Сулейманов.** Расчетное сопротивление клеевых соединений стеклопластиковых пултрузионных профилей.

Применение стеклопластиковых пултрузионных профилей в строительстве ежегодно увеличивается не только в промышленном, но и в гражданском строительстве. Однако при проектировании конструкций из композитных профилей полного отказа от использования металла не происходит: соединение профилей осуществляется на болтах и с помощью стальных косынок. Что в свою очередь ведет к увеличению сечений профилей для размещения необходимого количества болтов. В работе произведен сравнительный анализ возможных типов соединений стеклопластиковых пултрузионных профилей. В качестве наиболее перспективных способов выбраны клеевое и клеомеханическое соединения. Рассмотрены возможные клеевые составы для выполнения таких соединений. Выбор состава для дальнейших исследований производился по нескольким факторам: технологические свойства, состав, совместимость со стеклопластиковыми материалами и др. Разработана методика и проведены испытания клеевых соединений стеклопластиковых профилей по основным показателям работоспособности в условиях эксплуатации.

7. **Е.Б. Туйсина, И.Г. Шагиев, А.М. Сулейманов.** Атмосферостойкость и расчетное сопротивление стеклопластиковых пултрузионных профилей.

В данной работе рассматривается принципиальный подход к определению расчетного сопротивления стеклопластиковых пултрузионных профилей при проектировании конструкций. Основное внимание уделено определению коэффициента атмосферостойкости и коэффициенту длительности действия нагрузки. Авторами разработана методика проведения ускоренных климатических испытаний для определения атмосферостойкости материала стеклопластиковых пултрузионных профилей. Режимы ускоренных климатических испытаний определены на основе: анализа условий эксплуатации профилей в конструкциях; определения энергетического значения факторов ответственных за старение и разрушение материалов и трансформации этих значений в адекватные лабораторные режимы. Произведена оценка синергетического эффекта одновременного воздействия атмосферных факторов и напряженно-деформированного состояния на расчетное сопротивление материала.

8. **Т.Р. Гараев, Д.С. Смирнов.** Математический аппарата прогнозирования как способ оптимизации составов бетона.

Для обеспечения высоких эксплуатационных показателей дорожного бетона необходимым условием является оптимизация гранулометрического состава заполнителя, обеспечивающего

наиболее высокие физико-механические свойства. Известна методика подбора состава цементобетона по методу абсолютных объемов. В которых фракционный состав песка, гравия или щебня должны соответствовать определенным требованиям. Однако при смешивании крупного и мелкого заполнителя оптимальных составов не всегда обеспечивается оптимальная структура смеси в целом. При проектировании составов асфальтобетона используется методика предельных кривых плотных смесей, где производится оптимизация зернового состава смеси в целом. Однако в случае, когда отдельные фракции выходят за рекомендуемые пределы приходится производить корректировку состава путем введения отдельных фракций, что в реальных условиях не всегда возможно. Нами предлагается методика оптимизации составов цементобетона для транспортного строительства с учетом особенностей зернового состава крупного и мелкого заполнителей, а так же их смесей для различных регионов путем рационального подбора соотношения между крупным и мелким заполнителем, при котором достигается наилучшая структура смеси, обеспечивающая лучшие механические характеристики.

**9. И.И. Файзрахманов, М.И. Халиуллин.** Влияние добавки молотого известняка на свойства композиционного гипсового вяжущего.

Исследовано влияния добавки молотого известняка, на основные физико-механические свойства композиционного гипсового вяжущего на основе строительного гипса. В состав композиционного гипсового вяжущего в качестве компонентов входят портландцемент и пуццолановая добавка термо активированной глины. При приготовлении вяжущего вводилась добавка гиперпластификатора Melflux 2651 F. Установлены зависимости, характеризующие влияние рассмотренной добавки известняка на изменение плотности, прочности, водопоглощения, водостойкости вяжущего. Определены оптимальные значения количества и удельной поверхности добавки известняка, введение которой обеспечивает получение показателей прочности и водостойкости композиционного гипсового вяжущего на уровне бездобавочных образцов. При этом происходит снижение расхода других более дорогостоящих минеральных компонентов вяжущего.

**10. А.Р. Бикмухаметов, Р.З. Рахимов.** Геополимеры.

Проблемы повышения экологичности цементов в последние десятилетия значительно активизировали, особенно в развитых странах, поиск путей снижения потребления клинкера, сформировавшихся в итоге в два направления.

Первое направление связано с разработкой и производством композиционных портландцементов, в которых снижение содержания клинкера достигается путем введения минеральных добавок.

Второе направление – разработка и внедрение альтернативных видов вяжущих без содержания клинкера или так называемых «новых цементных матриц», «нетрадиционных цементов». Среди «новых цементных матриц» все больший научный и практический интерес привлекают активированные щелочами цементы и, в частности, их разновидность – геополимеры.

**11. К.Ю. Сорокин, Д.В. Насинский** (ООО «ПЕНОПЛЭКС СПб», г. Санкт-Петербург»). Современные строительные материалы.

ООО «ПЕНОПЛЭКС СПб» – Российский производитель современной тепло-гидроизоляции на основе отечественного нефтехимического сырья и один из лидеров отрасли, являясь одним из крупнейших переработчиков мономеров и полимеров произведенных в Российской Федерации, способствует импортозамещению и обеспечивает промышленное и гражданское строительство отечественными высококачественными и высокоэффективными теплоизоляционными и гидроизоляционными материалами.

Компания «ПЕНОПЛЭКС» владеет восемью производственными площадками: семь на территории России и одна в Казахстане.

Высокий уровень качества производимой продукции подтвержден как российскими сертификатами и заключения (на уровне Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства российской Федерации, ФГУП ВНИИПО МЧС России, НИИСФ РААСН), так и европейской разрешительной документации.

Основная область применения ПЕНОПЛЭКС:

- Теплоизоляция ограждающих конструкций зданий и сооружений
- Теплоизоляция конструкций дорожной одежды и сооружений аэродромов
- Теплоизоляция трубопроводов и газопроводов.

Мы считаем, что внедрение эффективных и долговечных систем теплоизоляции позволит изменить практику применения устаревших и требующих постоянного ремонта систем и технологий в пользу потребления эффективных строительных материалов.

## ВТОРОЕ ЗАСЕДАНИЕ

17 апреля, 9.00, ауд. 1-19

1. **Т.В. Куценко** (гр. 6СМ10, н. рук. Н.С. Шелихов). Прогнозирование долговечности тентовых конструкций.

Проведен анализ методов прогнозирования долговечности тентовых конструкций и материалов для тентов. Разрабатывается методика прогнозирования долговечности материалов с учетом действия многократных ветровых нагрузок. Предложено заменять процесс случайного ветрового нагружения эквивалентным нагружением по величине вносимой энергии.

Проводятся лабораторные исследования тентовых материалов на комбинированное воздействие многократных нагрузок и солнечного излучения, для чего используется разработанная и созданная на кафедре строительных материалов установка.

Результаты исследований показали аддитивный характер совместного действия солнечного излучения и многократного нагружения и позволили выявить направление прогнозирования долговечности.

2. **А.М. Нуртдинов** (гр. 6СМ10, н. рук. Н.С. Шелихов). Прогнозирование долговечности пневматических конструкций и материалов.

Проведен анализ методов прогнозирования долговечности пневматических строительных конструкций и материалов. Выявлено отсутствие достаточно надежных методов оценки долговечности с учетом климатических факторов.

Разрабатывается методика прогнозирования долговечности материалов с учетом постоянного нагружения по условным годам, которые комбинируются с учетом факторов нагружения, солнечной радиации, температуры и влажности.

Проводятся лабораторные исследования ткане-пленочных материалов на комбинированное воздействие нагрузок и солнечного излучения, для чего используется разработанная в лаборатории тентовых материалов климатическая камера. Результаты исследований показали возможность прогнозирования долговечности пневматических конструкций по лабораторным испытаниям.

3. **А.Р. Шакиров, А.Ф. Аглиуллина** (гр. 7СМ20 и гр. 4ПГ05, н. рук. И.В. Старовойтова, А.М. Сулейманов). Разработка и модифицирование эпоксидных клеев для систем внешнего армирования строительных конструкций.

На сегодняшний день в комплексе конструктивных мероприятий и технологических работ, направленных на повышение несущей способности и эксплуатационных свойств конструкции весьма перспективным является система внешнего армирования композитными материалами. Данная система состоит из клеевого слоя, образованного отвержденным терморезистивным адгезивом, однослойного или многослойного композитного материала и, при необходимости, защитного слоя, обеспечивающего защиту системы от воздействия повышенных температур, открытого пламени, ультрафиолетового излучения и механических повреждений.

Разработаны эпоксидные клеи для устройства систем внешнего армирования с регулируемой вязкостью (для пропитки армирующего наполнителя с различной поверхностной плотностью), достаточным для пропитки и закрепления армирующего наполнителя на усиливаемой конструкции временем жизнеспособности, высокими физико-механическими характеристиками. Введение наночастиц позволяет целенаправленно изменять вязкость эпоксидных систем и управлять их адгезионными характеристиками.

4. **Р.Р. Файзуллин** (гр. 6СМ10, н. рук. Р.Р. Сагдиев). Долговечность ограждающих конструкций с полимерсодержащим утеплителем на этапе их проектирования.

Долговечность полимерсодержащего утеплителя оказывает значительное влияние на общий срок службы ограждающих конструкций. Старение теплоизоляционных материалов может происходить под нагрузкой (масса защитных покрытий с сочетанием снеговых и др. нагрузок), принимая выход их из строя по достижению критического напряжения, и по критерию потери им теплозащитных свойств.

В работе было исследовано влияние на долговечность полимерных теплоизоляционных материалов статических эксплуатационных нагрузок и температуры. Оценивалось влияние нагрузки и температуры на теплопроводность, прочность и деформативность теплоизоляционного материала.

5. **М.А. Александрова, Л.Р. Нурғалиева**. (гр. 7СМ20, н. рук. З.А. Камалова). Вопросы оценки долговечности теплозащитных материалов.

Вопрос о долговечности строительных материалов и конструкций из них является одним из основных в строительной индустрии. К тому же, в настоящее время во всем мире большое внимание уделяется проблеме энергосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве. Поэтому

для обеспечения требований нормативных документов и снижения расхода тепловой энергии необходимо осуществлять теплоизоляцию наружных стен с использованием эффективных утеплителей, которые должны отличаться не только экономичностью, но и высокими эксплуатационными свойствами. В связи с этим в строительном производстве необходимы надежные и простые методы прогнозирования долговечности теплозащитных материалов и конструкций, основанные на изучении закономерностей их разрушения и деформирования в широком эксплуатационном диапазоне нагрузок и температур с учетом дополнительного воздействия климатических и физико-химических факторов. В работе проведен обзор и анализ существующих и выбор эффективных теплозащитных материалов и рассмотрена работоспособность их в конструкциях утепления, проанализированы методы прогнозирования долговечности теплозащитных материалов в различных условиях эксплуатации, выявлены основные критерии прогнозирования долговечности, а также сформулированы данные о возможности повышения долговечности теплозащитных материалов.

**6. Ч.Ф. Ахметгалиева** (гр. 7СМ20, н. рук. З.А. Камалова). Использование высокопрочного бетона при решении архитектурных задач.

Высокопрочные бетоны отличаются не только высокими показателями прочности, но и повышенными технологическими и эксплуатационными характеристиками. Такие бетоны находят применение при изготовлении архитектурных форм уникальных зданий, где помимо прочности необходима высокая подвижность и однородность бетонных смесей. Эффективное использование высокопрочного бетона позволяет проектировать конструктивные элементы с меньшими размерами, чем при применении обычного бетона. Это приводит к дополнительному пространству внутри здания. Высокопрочные бетоны наиболее эффективны в конструкциях, работающих на сжатие, в которых достигается наибольшее сокращение объема бетона и расхода арматурной стали. Целесообразно применять такие бетоны в изгибаемых предварительно напряженных конструкциях и при повышении класса применяемой арматуры. В работе проведен обзор и анализ, а также подбор состава высокопрочного бетона и сделан расчет железобетонной балки перекрытия здания. В результате расчета было установлено, что данные балки недогружены на 50 %, что свидетельствует о возможности уменьшения сечения конструктивных элементов и целесообразности применения высокопрочного бетона при строительстве уникальных зданий и сооружений.

**7. А.И. Валиев, А.Р. Бикбов, И.И. Гатауллина** (гр. 5ПГ09, н. рук. З.А. Камалова). Методы определения долговечности строительных материалов.

При определении долговечности материалов важным является грамотный выбор метода расчета, который наиболее приближен к реальным условиям эксплуатации. С этой целью произведен обзор методов расчета долговечности полимерных материалов, железобетона и древесины.

При исследовании долговечности полимерных материалов были рассмотрены основные виды деструкции полимеров и методы испытаний полимерных материалов на старение под действием естественных и искусственных климатических факторов. Также была рассмотрена методика расчета долговечности полимеросодержащих ограждающих конструкций.

При рассмотрении методов расчета долговечности железобетона была изучена методика расчета и прогнозирования, основанная на детерминированных и вероятностных моделях деградации, которая позволяет оценить остаточный ресурс армобетонных конструкций, работающих в условиях действия агрессивной среды.

При исследовании долговечности древесины была рассмотрена её коррозия и методики для определения долговечности и длительной прочности древесины, показана возможность повышения работоспособности древесины путем модификации пропиткой жидкими веществами. Кроме того были изучены вопросы огнезащиты, биозащиты и силирования. Также было рассмотрено сочетание методов ускоренного старения и метода, базирующегося на принципах термофлюктуационных концепции разрушения и деформирования твердого тела.

**8. А.М. Захарова** (гр. 5АД02 н. рук. Д.С. Смирнов). Оценка устойчивости к образованию колеи пластичности на автомобильных дорогах.

Под совместным воздействием движения транспортных средств и природно-климатических факторов на поверхности асфальтобетонного покрытия может происходить колееобразование, возникающее в результате накопления остаточных деформаций в грунте земляного полотна, слоях основания и покрытия, неравномерного поверхностного износа верхнего слоя.

Поверхность покрытия должна сохранять свою ровность в течение заданного срока службы, т.е. в слое асфальтобетона не должны возникать остаточные деформации критической величины от статического и многократного приложения колесной нагрузки. Сдвигоустойчивость асфальтобетона обуславливает сохранность ровности дорожных и аэродромных покрытий при

воздействии современных транспортных нагрузок и рассматривается как эксплуатационное свойство, зависящее от нескольких показателей структуры асфальтобетона, напряженно-деформированного состояния и расчетных условий эксплуатации покрытия.

В работе изложена методика оценки устойчивости к образованию колеи пластичности асфальтобетонных покрытий в зависимости от результатов испытаний физико-механических свойств стандартных образцов и условий эксплуатации материала в покрытии, что позволяет прогнозировать образование колеи пластичности, вызванной недостаточной сдвигоустойчивостью асфальтобетона по оценке необратимой деформации сдвига, накапливаемой в слое покрытия под действием транспортных нагрузок за расчетный период эксплуатации.

9. **И.И. Гатауллина**(гр. 5ПГ09, н. рук. З.А. Камалова). Эволюция роста татарской архитектуры производства строительных материалов.

Своеобразное лицо городов складывается благодаря профессиональным приемам мастеров, которые наследуются от поколения к поколению. Трудно переоценить значение творчества местных предков, оставивших нам прекрасные образцы монументальных сооружений, работая над которыми они решали актуальные и для нас проблемы сочетания традиций и современности, типового и национального. Татарские дома, башни и другие сооружения XVI-XVIII вв. можно узнать по татарским национальным орнаментам. Например, в XVIII веке мечети превращаются в символ татарских мусульман. Арки со сложными орнаментами начиная от входной двери, оконные рамы, в стиле модерна показывают многосторонние строительные навыки татар. В XIX веке эркеры, стеклянные переходы становятся своеобразием строительства не только Татарской Слободы, но и в других краях поселения татар. К XX-XXI векам из татарских сооружений появляются большие, красивые города. Это доказывают знаменитые башня Сююмбике (XVIII в.), Казанский Кремль, мечеть Кул Шариф (2000-е годы) и другие исторические сооружения. Такие здания воплотили в себе все лучшее, что могло создать строительство татарского и русского народов. Здания татарских народов своеобразны. Это связано с их структурой, с материалами строительства. В данной работе показана эволюция развития татарской архитектуры, строительных материалов, своеобразие зданий татарских народов, их связь с видами использованных материалов, методами зодчества, архитектурными традициями.

#### **Кафедра Технологии строительных материалов, изделий и конструкций**

Председатель В.Г. Хозин  
Зам. председателя Л.А. Абдрахманова  
Секретарь В.Х. Фахрутдинова

#### **ПЕРВОЕ ЗАСЕДАНИЕ**

18 апреля, 9.30, ауд. 1-64

1. **В.Г. Хозин.** К вопросу о механизме пластификации цементных бетонов и других водно-минеральных дисперсных систем.

Предложен механизм пластификации цемента-водных композиций, заключающийся в «вытеснении» дифильными молекулами ПАВ (пластификатора) молекул воды из адсорбционных слоев Штерна, в которых она находится в твердоподобном состоянии, в объемную (свободную) воду с нормальной вязкостью, которая «дополнительно» пластифицирует дисперсную систему. В цементах низкой водопотребности молекулы пластификатора изначально «посажены» на твердую поверхность частиц в процессе совместного помола, и потому, препятствуя адсорбции воды на ней, обеспечивают меньшую водопотребность при заданной подвижности цементного теста (водоредуцирование) или, наоборот, большую подвижность при заданном В/Ц (пластификацию). Главным определяющим фактором является адсорбция ПАВ на поверхности частиц портландцемента и второго минерального компонента ЦНВ – кремнеземистого, карбонатного или др.

2. **Л.А. Абдрахманова, Р.Р. Галеев, Р.К. Низамов, В.Г. Хозин.** Закономерности модификации поливинилхлоридных строительных полимеров наноразмерными наполнителями.

Продолжено исследование и анализ закономерностей изменения структуры и макросвойств при модификации поливинилхлорида и композитов на их основе наполнителями, как природными, так и техногенными, в том числе отходами, относящимися без какой-либо предварительной обработки к наноразмерным продуктам. Некоторые из изученных нанонаполнителей в исходном состоянии не агрегированы, но большинство их уже изначально являются агломерированными порошками. Оценка соотношения индивидуальных наночастиц и локализованных в агломератах в

объеме полимерной матрицы практически не представляется возможным. В целом имеет место усредненный тип микрогетерогенной структуры, что проявляется в весьма противоречивых результатах оценки технологических и эксплуатационных показателей композитов. Микрофотографии структуры образцов нанокompозитов, отличающихся видом нанодобавок и их концентрацией, получены в Междисциплинарном центре «Аналитическая микроскопия» (КФУ).

**3. И.А. Женжурист.** Изучение влияния технологии спекания на структуру и свойства силикатных композиций на связующем щелочной активности и модифицированных гидрозолеом оксида алюминия.

Использование связующих щелочной активности для получения спеченного алюмосиликатного керамического материала на основе золы ТЭЦ и асбеста может быть оправдано при низкотемпературном обжиге. Зола ТЭЦ состоит из высокотемпературных керамических фаз, таких как кварц, муллит, силлиманит. Природный волокнистый минерал асбест состоит из гидросиликата магнезия, сохраняющего свою структуру до 600 °С.

Важно отметить, что традиционный в строительной керамике обжиг, при 1000 °С и выше, не эффективен для композиций на золе, которая состоит из фаз обожженной керамики. Асбест при высокотемпературной обработке дегидратирует и теряет свои основные свойства. Модификация силикатного связующего гидрозолями оксида алюминия позволит упрочнить всю композицию за счет формирования наноразмерных алюмосиликатов. Было проведено исследование влияния СВЧ термообработки на структуру и свойства материалов на их основе. Отмечено формирование волокнистой структуры в модифицированной силикатной матрице при спекании в СВЧ печи. При этом значительно возрастает прочность материала. Отмечен различный характер разрушения при испытаниях материала от способа термообработки. При СВЧ спекании фазовая структура золы и волокнистая структура асбеста сохраняются.

**4. Г.В. Кузнецова.** Разработка и исследование комплексных известково-кремнезёмистых вяжущих для производства прессованных силикатных изделий.

Расширение номенклатуры изделий ставит вопросы и оптимизации структуры матрицы известково-кремнезёмистого вяжущего с целью максимального использования свойств составляющих компонентов.

Установлено, что свойствами известково-кремнезёмистого вяжущего можно управлять с помощью добавок. В качестве добавок предлагается применять собственные отходы. Проведен анализ добавок по характеру действия. Приведены результаты их влияния на подвижность, влажность, прочность при прессовании. Предложены и рассмотрены составы комплексов определенной направленности изменения свойств. Для пустотелых изделий мелкого формата разработано вяжущее с повышенной сырьевой прочностью (в 2 раза) и сниженной влажностью смеси до 25 %. Для крупноформатных изделий достигнуто повышение сырьевой и автоклавной прочности на марку. Получены цветные изделия с экономичным расходом известки.

**5. А.Н. Богданов, Л.А. Абдрахманова, Е.М. Нуриева.** Наномодификация кирпичных суглинков для производства керамического утеплителя.

Требования к термическому сопротивлению ограждающих конструкций повышаются, а строительство последних лет уже не представляется возможным без применения эффективных утеплителей. Широкое распространение получили эффективные утеплители органической и органо-минеральной природы. В качестве альтернативы существующим предлагается крупноформатный листовой керамический утеплитель с коэффициентом теплопроводности менее 0,09 Вт/(м\*°С), применение которого позволит строить здания с цельнокерамическими стенами и сроком службы, сравнимым со сроком службы самого здания. Одним из способов снижения теплопроводности керамики остается повышение степени поризации черепка, сопровождаемой, однако, значительным снижением его прочностных характеристик. Для решения поставленной задачи проводится поиск наномодификаторов, применение которых позволит улучшить степень спекания керамики и повысить прочностные и эксплуатационные характеристики черепка.

**6. Д.А. Аюпов.** Седиментационная и агрегативная устойчивость дисперсных систем.

Битум-полимерные вяжущие (ПБВ) могут представлять собой истинные растворы лишь при небольших концентрациях полимерного модификатора. На практике почти все применяемые ПБВ являются гетерофазными дисперсными системами, к тому же лиофобными, что объясняет их высокую расслаиваемость. Нестабильность модифицированных битумов создает производителям серьезные технологические неудобства при хранении и транспортировке. Проведен обзор классической и современной литературы в области коллоидной химии, изучены механизмы самопроизвольного уменьшения дисперсности, роль поверхностно-активных веществ в получении стабильных дисперсных систем и характер молекулярного взаимодействия в них, особенности поведения растворов высокомолекулярных веществ, закономерности коагуляции в лиофобных

золях. Понимание механизмов седиментации и коагуляции лиофобных золь и микрогетерогенных систем позволило наметить основные пути стабилизации ПБВ.

7. **Р.Р. Кашапов** (н. рук. Н.М. Красиникова). Долговечность бетонов с полифункциональной добавкой.

Присутствие в полифункциональной добавке (ПФД) растворимых неорганических солей, не вступающих в реакцию с цементом и продуктами его гидратации, может привести к высолообразованию и снижению стойкости к водным агрессивным средам. В связи с этим оценено влияние ПФД, не только на морозостойкость, но и на высолообразование и химическую стойкость цементных бетонов.

Коррозийную стойкость бетона определяли на образцах балочках 4x4x16 см по методике В.В. Кинда. Определено, что введение ПФД в бетонную смесь увеличивает сульфатостойкость почти в 2 раза, а коэффициент щелочестойкости бетона на 28 %. Это связано с тем, что на щелочестойкость большое влияние оказывает плотность бетона, которая выше у состава с ПФД.

Установлено, что разработанная добавка суперпластифицирующего-ускоряющего-упрочняющего действия – ПФД не уступает известным аналогам по влиянию на морозостойкость и водонепроницаемость бетона, и превосходит их по модулю упругости, призмочной прочности и сокращённой усадке бетона.

8. **Э.В. Ерусланова** (н. рук. Н.М. Красиникова, В.Г. Хозин). Эксплуатационные характеристики безпрогревных легких бетонов из сухой смеси для стеновых изделий.

Исследованы свойства поризованных легких бетонов плотностью от 300 до 750 кг/м<sup>3</sup>, наномодифицированных кремнеземом КЗ-ТМ-30, содержащих в 0,8 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> пористых заполнителей (керамзита, пеностекла, пенополистирола): прочность, теплопроводность, морозостойкость, влажностная усадка, паропроницаемость. Установлено, что по коэффициенту конструктивного качества (ККК), характеризующего удельную прочность, разработанные составы ЛПБ, кроме керамзитового, плотностью 650-750 кг/м<sup>3</sup>, превосходят по этому важнейшему показателю все известные легкие бетоны, включая газобетон автоклавного твердения D700 и полистиролбетон (D300-400) на десятки и сотни процентов. Наибольшее значение ККК имеет ЛПБ объемной плотностью от 300 до 550 кг/м<sup>3</sup> с гранулированным пеностеклом, а именно от 3,5\*10<sup>3</sup> до 9,4\*10<sup>3</sup>, тогда как традиционные легкие бетоны – от 1,9\*10<sup>3</sup> до 5,45\*10<sup>3</sup>.

Теплопроводность ЛПБ из сухой смеси плотностью D300-450 существенно ниже нормативных значений теплопроводности существующих легких бетонов с плотной матрицей на 5-37 % и находится в интервале от 0,08 до 0,2 Вт/м\*°С.

Морозостойкость всех разработанных ЛПБ плотностью от 400 до 850 кг/м<sup>3</sup> составляет 50 циклов, кроме ЛПБ с пенополистиролом D300 (10 циклов). По этому показателю они также превосходят известные легкие и ячеистые бетоны, нормируемая ГОСТами морозостойкость которых находится в пределах F25-F35.

9. **Б.Р. Чугаев, Р.К. Низамов**. Модификация поливинилхлорида полифункциональными наполнителями различной химической и минеральной природы.

Данная работа является продолжением и углублением исследований, направленных на использование в качестве эффективных наполнителей-модификаторов широкого круга природных материалов или техногенных отходов. Задача направлена на установление определяющих факторов, влияющих на эффективность наполнения ПВХ-композиций в случае применения различных по природе наполнителей. В 2017 году проведены исследования по модификации пластифицированных и жестких ПВХ-композиций со следующими видами наполнителей, которые в разной степени выполняют функции термостабилизаторов, модификаторов перерабатываемости, упрочняющих агентов: слоистые силикаты и их органофилизированные продукты, тонкоизмельченные микроальциты, продукт утилизации нефтешламов разной степени помола. Представлены результаты по изучению структуры наполненных композитов и ее взаимосвязи с основными технологическими и эксплуатационными факторами.

10. **В.Г. Хозин, А.Р. Гиздатуллин**. Особенность механического поведения полимеркомпозитной арматуры в цементном бетоне.

Полимеркомпозитная арматура (ПКА) – высокоориентированный и высокопрочный волокнистый композит (стекло-, базальто-, углеродный) на эпоксидном связующем, отличающийся от стальной арматуры более высокой прочностью на растяжение (в 5 раз), химической стойкостью, в 4-5 раз меньшим модулем упругости, многократно меньшей прочностью на сжатие и срез и невысокой теплостойкостью.

Наши исследования показали хорошее сцепление цементного бетона с ПКА различных профилей, высокую прочность на вырыв из бетона, стойкость к ТВО, переменным температурным воздействиям в бетонной матрице. Однако низкий модуль упругости, обуславливает высокую

деформативность изгибаемых бетонных конструкций с ПКА. Установлен «эффект малых диаметров» ПКА, позволяющий увеличить жесткость бетонных балок и их несущую способность при равных прогибах. Дано объяснение этого эффекта, обусловленное структурой полимерного композита и его совместной работой с бетонной матрицей.

Разработаны технологические рекомендации по изготовлению ПКА и поправки в СП при расчете бетонных конструкций с использованием арматурных стержней из полимерных композитов.

#### 11. **В.Г. Хозин, И.В. Боровских.** Структурные основы получения ударопрочных бетонов.

Ударная прочность, или ударная вязкость – способность материала поглощать механическую энергию при ударе не разрушаясь. Определяется в целом для материалов декрементом затухания или мнимой частью динамического модуля упругости, оценивается тангенсом угла механических потерь. Цементный бетон – хрупкий материал с гетерофазной структурой на всех масштабных уровнях от нано- до сантиметрового, причем вязко-упругие свойства цементного камня и его наполнителей, заполнителей бетона (мелко- и крупнозернистых) могут существенно различаться. При ударе образующиеся в бетоне трещины разветвляются и проходят как по цементному камню, так и по границе его контакта с наполнителем. Для их торможения или «остановки» необходимо вводить в цементный камень упруго-пластичные и вязко-пластичные включения, нехрупкие волокна (нано- и микрофибры), а также увеличивать сцепление ЦК с поверхностью заполнителей с помощью органических (лучше всего, полимерных) добавок. Однако все эти способы модификации микро- и мезоструктуры цементного бетона не должны снижать его главный показатель несущей способности – прочность при сжатии, также устойчивость к ползучести при длительном статическом нагружении. Безусловно, успех в достижении высокой ударной прочности цементного бетона и конструкции из него, может быть достигнут при обеспечении ударной вязкости каждого масштабного уровня иерархической структуры бетона с применением соответствующих по размеру вязких включений, прочных фибр.

### ВТОРОЕ ЗАСЕДАНИЕ

19 апреля, 9.30, ауд. 1-64

1. **С.В. Яруллин, Д.В. Люкшина** (гр. 6СТ01, н. рук. В.Х. Фахрутдинова, А.М. Исламов). Эпоксидные смолы – одно из важнейших открытий 20 века.

Первые эпоксидные соединения были получены известным русским химиком Н.А. Прилежаевым в 1908 году. Однако первые промышленные эпоксидные смолы (ЭС) были разработаны и внедрены в производство на Ленинградском химкомбинате лишь в середине 1950-х годов. В те же годы наблюдается расцвет научно-исследовательских работ в данном направлении, что было продиктовано в первую очередь необходимостью использования ЭС в изделиях так называемого «спецназначения».

Благодаря комплексу ценных свойств композиционных материалов на основе эпоксидных смол, превосходной адгезии к большинству конструкционных материалов в сочетании с хорошими физико-механическими свойствами, минимальной усадке в процессе отверждения – наиболее эффективное применение ЭС находят в качестве связующих в жестких композитах, клеях, компаундах и защитных покрытиях.

С целью усиления эпоксидных полимеров в настоящее время продолжается тенденция перехода от разработки новых путей синтеза к модификации уже существующих.

2. **А.Н. Ахсянов** (гр. 6СТ02), **А.Г. Хантимиров** (гр. 7СМ17) (н. рук. Л.А. Абдрахманова). Влияние состава поливинилхлоридных композиций на режимы экструдирования.

Экструзионный способ производства полимерных материалов позволяет на ограниченном числе оборудования получать широкую номенклатуру изделий. Основной ассортимент поливинилхлоридных материалов перерабатываются методом экструзии. Режимы экструзии определяются рецептурой поливинилхлоридных композиций, которые могут содержать до 5-10 компонентов различного функционального назначения. Образцы в виде жгутов готовились на лабораторном двухшнековом экструдере Lab Tech Scientific LTE 16-40 с фильерой круглого сечения (диаметр 3 мм). Основными параметрами процесса экструзии являются температура по зонам экструдера, давление расплава в фильере, нагрузка мощности привода. В зависимости от вида модифицирующего компонента в базовой рецептуре для профильно-погонажных изделий оценивались параметры процесса, а также постэкструзионное «разбухание» экструдата, что дает возможность характеризовать высокоэластические свойства экструдатов.

3. **А.В. Краснова, Е.П. Хуснуллина** (гр. 5СТ01, н. рук. Л.А. Абдрахманова). Наномодификация карбамидного пенопласта.

Для повышения эксплуатационных свойств карбамидных пенопластов используются различные методы, связанные с изменением рецептуры пенообразующей массы, так и с оптимизацией технологии изготовления. Ранее нами были в качестве активного наполнителя использован продукт утилизации нефтешламов (ПУН), который при малых концентрациях обеспечил достаточно высокую водостойкость, но замедлял процесс отверждения карбамидной смолы после вспенивания. В данной работе нами опробованы наноразмерные модификаторы: водные коллоидные дисперсии углеродных нанотрубок Таунит и графеновых нанопластинок, стабилизированных фенолформальдегидной смолой (ООО «НаноТехЦентр», г. Тамбов), а также алюмо- и кремнезоли (ООО «НТЦ КОМПАС», г. Казань). Оценены технологические и технические свойства модифицированных пенопластов (прочность на сжатие при 10 %-ной деформации, водопоглощение, гигроскопичность, теплопроводность).

4. **Г.Р. Латыпова, К.Р. Халитова** (гр. 5СТ01, н. рук. Л.А. Абдрахманова, Б.Р. Чутаев). Влияние природы слоистых силикатов на закономерности их функционализации.

Рассмотрены в качестве наполнителей поливинилхлоридных композиций слоистые силикаты, представленные: преимущественно монтмориллонитом (до 70 %) и каолинитом (до 95 %). Для повышения эффективности модифицирующего действия слоистые силикаты функционализировали олигомерными фракциями продуктов переработки отходов резины. Средний размер дисперсной фазы в олигомерах составляет порядка 0,420-0,430 мкм. Функционализацию проводили в водных суспензиях глинистых минералов при соотношении Т:Ж = 1:8. Предварительно суспензия стабилизировалась в течение 72 часов. Введение модификатора осуществлялось при интенсивном постоянном перемешивании в течение 1 часа. Температура совмещения 70 °С. Рассмотрена микроструктура глинистых частиц после модификации, выявлены изменения морфологии частиц глинистых минералов и смачиваемости водой после функционализации. Установлено, что эффект функционализации зависит от природы глинистых минералов.

5. **Ф.К. Махмудова** (гр. 5СТ01, н. рук. Л.А. Абдрахманова). Модификация монтмориллонитовых глин кремнезолями.

В качестве наполнителей поливинилхлоридных композиций целесообразно использовать полифункциональные наполнители. Слоистые силикаты могут быть эффективными наполнителями полимерных композиций, придавая им повышенную стойкость к горению, улучшение целого комплекса физико-механических характеристик материала, включая модуль упругости и прочность на растяжение. Однако, совместимость глинистых минералов с полимерами невелика, поэтому в технологии используют различные способы их предварительной модификации, в частности органофилизацию поверхностно-активными веществами. Высокую эффективность в составе различных по назначению поливинилхлоридных материалов показали кремнезоли. В связи с этим нами предпринята попытка совместного введения глинистого сырья и кремнезольей в поливинилхлоридные композиции, используя различные способы совмещения, в том числе предварительную обработку глинистого наполнителя кремнезольем.

6. **И.И. Гагауллина** (гр. 5СТ02, н. рук. Л.А. Абдрахманова, Б.Р. Чутаев). Наполнение поливинилхлоридных материалов молотыми известняками различной дисперсности.

Строительные материалы и изделия из непластифицированного поливинилхлорида (ПВХ) производятся в присутствии наполнителей, как неорганической, так и органической природы, которые требуются не только для снижения стоимости за счет уменьшения расхода полимера, но и для придания материалу специальных свойств. С практических позиций выбор наполнителей обусловлен более широкой реализацией сырьевых ресурсов и промышленного потенциала. Наиболее распространенным наполнителем в рецептурах ответственных поливинилхлоридных изделий является гидрофобизированный мел. Нами в работе исследована возможность применения в качестве наполнителей микрокальциты различных марок, отличающиеся величиной удельной поверхности, имеющие максимальный размер преобладающих в пробе частиц от 25 до 200 мкм. Образцы получены методом вальцевания, изучены следующие показатели: прочность на растяжение, термостабильность и показатель текучести расплавов.

7. **А.С. Шарганов** (гр. 5СТ02, н. рук. Д.А. Аюпов). Разработка состава битумного вяжущего для производства дорожного асфальтобетона.

Битумные вяжущие широко применяются в строительстве при производстве асфальтобетонных смесей. Увеличение интенсивности транспортного потока на дорогах и рост средней нагрузки на ось привели к росту требований стойкости дорожного асфальтобетона к механическим и тепловым нагрузкам, что определило невозможность долговечного использования

немодифицированных битумов и актуальность внедрения модифицированных битумов и битум-полимерных вяжущих в производство асфальтобетонных смесей. В работе проводится изучение влияния девулканизации резиновой крошки в битум-полимерном вяжущем, полученном с применением стирол-бутадиен-стирольного модификатора, на свойства конечного продукта. Исследование основано на подборе оптимальных соотношений модификаторов для достижения наилучших по свойствам показателей. Разработка имеет технический, экономический и экологический эффекты.

**8. А.Р. Мустафина** (гр. 4СТ02, н. рук. Л.А. Абдрахманова). Наномодификация эпоксидных полимеров.

Полимеры на основе эпоксидных смол являются технологической основой для создания широкого круга композиционных строительных материалов и изделий конструкционного назначения. Наномодификации эпоксидных полимеров углеродными нанотрубками посвящено много работ, в которых многие экспериментальные данные очень противоречивы. Несмотря на относительно высокую стоимость углеродных наноструктур, их использование в качестве модификаторов в полимерных композиционных материалах обусловлено уникальностью полученных физических и механических свойств. В данной работе с целью получения модифицированных эпоксидных связующих для производства композитных материалов, клеевых составов или электропроводящих материалов в качестве наномодификаторов использованы углеродные нанотрубки и графеновые пластинки в виде водных стабилизированных дисперсий, а также углеродные нанотрубки, функционализированные алкильными группами. Изучено влияние типа наномодификатора, концентрации, а также условий совмещения с эпоксидной смолой на структуру, степень конверсии и основные эксплуатационные характеристики нанокompозитов.

**9. Р.Р. Хайруллин** (гр. 4СТ01, н. рук. Д.А. Аюпов). Разработка составов нерасплаивающихся битум-полимерных композиций.

В российских стандартах существуют требования к хранению и транспортировке битум-полимерных вяжущих в связи с их подверженностью расслоению. Поэтому актуальным является внедрение в производство нерасплаивающихся битум-полимерных вяжущих, которые можно получать с помощью сшивающих агентов. В данной работе нами в качестве такого агента для битума и стирол-бутадиен-стирольного модификатора предложена перекись дикумила, которая представляет собой бесцветный гранулят с температурой плавления 40°C. Построены концентрационные зависимости свойств в диапазоне содержания сшивающего агента 0,1-1. Подобраны оптимальные концентрации перекиси дикумила. Проведены исследования по стойкости к расслаиванию, которые показали, что расслаиваемость снижается на 25%. Применение предложенного сшивающего агента в производстве полимербитумных вяжущих позволит осуществлять их хранение в горячем виде без перемешивания и транспортировку на большие расстояния без остановок битумовозов.

**10. Я.В. Щелконогова** (гр. 4СТ02), **А.Ю. Беляков** (гр. 5СТ01, н. рук. В.Х. Фахрутдинова, А.М. Исламов). Диффузионная модификация эпоксидных полимеров полиизоцианатом.

Вероятность появления новых полимерных и композиционных материалов с характеристиками, существенно превосходящими достигнутый известный уровень, значительно уменьшилась. Модификация поверхности полимерных изделий (за счет создания градиентных взаимопроникающих сеток – ВПС) позволяет на основе известных полимеров разрабатывать технологии получения качественно новых материалов с комплексом улучшенных физико-химических и эксплуатационных свойств.

Эпоксидные полимеры занимают особое место, благодаря ценному сочетанию технологических и эксплуатационных свойств. Однако имеются и недостатки, обусловленные дефектами поверхностных слоев. Диффузионная модификация реакционноспособными олигомерами (РСО) позволит решить задачу максимального усиления и упрочнения. Выбор полиизоцианата (ПИЦ) в качестве реакционноспособного олигомера обусловлен как признаками совместимости с эпоксидными полимерами, так и высоким комплексом технических свойств полимеров на их основе. В работе продемонстрирована возможность и выявлены особенности данного способа модификации.

## ТРЕТЬЕ ЗАСЕДАНИЕ

19 апреля, 13.30, ауд. 1-64

1. **А.М. Сафиуллина** (гр. 7СТ01), **Г.А. Мустафина** (гр. 7СТ02, н. рук. В.Х. Фахрутдинова). Структурирование воды в производстве бетонных изделий.

В настоящее время существует широкий спектр технологических приемов, позволяющих целенаправленно регулировать структуру и свойства цементных композитов. Одним из таких технологических приемов является активация воды затворения, которая инициирует химические процессы, протекающие в цементно-водных системах. Управляя ионным составом используемой для затворения воды, можно управлять физико-механическими свойствами получаемого цементного камня. Поэтому необходимо уделять значительное внимание в технологии изготовления материалов на основе цементных вяжущих исходному состоянию воды затворения, которая во многом определяет технологические и эксплуатационные свойства полученного материала. При направленном действии внешних физических полей (электрических, магнитных, тепловых, звуковых и других) вода меняет свои свойства. Такая вода затворения во многом определяет характер процессов гидратации и структурообразования цементных систем. Учитывая большое количество условий, оптимальные режимы обработки должны устанавливаться экспериментальным путем.

2. **А.Р. Тимуршина, К.А. Устюшкин** (гр. 6СТ01, н. рук. Н.М. Красникова). Влияние СВЧ излучения на свойства нерудных материалов.

СВЧ технологии, начиная со второй половины XX века стали все шире применяться во многих областях техники. В настоящее время весьма перспективным направлением является применение термического воздействия СВЧ энергии на различные материалы, которое позволяет либо резко интенсифицировать протекание термических процессов, либо формировать на поверхности и в объеме материала уникальную совокупность свойств.

В работе исследовалась возможность модификации строительных материалов в поле сверхвысокочастотного излучения. Установлено повышение физико-механических свойств материалов при воздействии СВЧ излучения. Выявлено, что обработанный в поле СВЧ песок позволяет увеличить прочностные показатели бетона, при этом степень эффективности песка в бетоне зависит от продолжительности его обработки.

3. **И.Н. Шайдуллин, М.И. Байкин** (гр. 6СТ02, н. рук. И.В. Боровских). Влияние волокон из отходов производства стеклопластиковой арматуры на физико-механические свойства бетона.

Исследовано влияние волокнистых отходов производства стеклопластиковой арматуры на прочностные характеристики крупнозернистого тяжелого бетона, в частности прочность на сжатие, прочность на растяжение при изгибе и раскалывании. Также изучено влияние волокон на свойства бетонной смеси, такие как подвижность, воздухоовлечение, плотность бетонной смеси. Исследовано совместное влияние волокнистых отходов и суперпластификатора на свойства бетонной смеси и бетона.

Физико-механические характеристики бетона определяли на стандартных образцах по ГОСТ 10180, соответственно, прочность на сжатие на образцах 100x100x100мм, на растяжение при изгибе – 100x100x400мм, растяжение при раскалывании – 150x150мм.

Установлен положительный эффект увеличения прочностных показателей тяжелого бетона при 0,5 % добавлении волокнистых отходов совместно с суперпластификатором в тяжелый крупнозернистый бетон.

4. **О.М. Огурцова, З.Ф. Иксанова** (гр. 5СТ02, н. рук. Н.М. Красникова). Влияние pH среды кремнезоля на прочность цементных систем.

В последнее время наукоёмкость строительной отрасли все отчетливее связана с использованием нанотехнологий. Одним из известных активных компонентов бетонной смеси является оксид кремния ( $\text{SiO}_2$ ). Применение наночастиц  $\text{SiO}_2$  приводит к значительному уплотнению бетона и соответственному улучшению его механических свойств, дополнительно к этому повышается влагуостойчивость бетонных конструкций и коррозионная стойкость. Основной целью работы было установление зависимостей влияния pH-среды кремнезоля и его концентрации на физико-механические свойства цементного теста и камня. Установлено, что положительный эффект введения кремнезоля в цементные системы зависит от его содержания, а максимальный проявляется при дозировке 0,001 % от массы цемента. Выявлено, что pH кремнезоля не оказывает влияния на свойства цементного теста (водопотребность), но изменяет прочностные характеристики цементного камня.

5. **Е.В. Кирилова, Е.А. Урмакова** (гр. 4СТ01, н. рук. Н.М. Красникова). Вторичное использование бетонного лома.

Вторичный щебень из бетона сносимых построек оказывается значительно дешевле природного, так как энергозатраты на его производство в 8 раз меньше, а себестоимость бетона с ним снижается на 25 %, т.к. в результате использования вторичного сырья можно на 15-30% сократить объемы завозимых заполнителей. Поэтому переработка строительных отходов, создание системы рециклинга становится перспективным высокорентабельным производством, решающим важную экологическую и экономическую задачу.

В результате дробления цементного бетона образуется щебень, песок и пыль. Именно они будут определять прочностные свойства бетона. Поэтому первоочередной задачей является изучение свойств продуктов дробления вторичного бетона с целью определения возможности их использования в бетонных смесях при производстве бетона. Нормативные документы (ГОСТ 26633-2015) ограничивают применение щебня из дробленного бетона и железобетона в бетонах класса по прочности на сжатие до В35.

В работе исследована возможность использования вторичного щебня в бетонах класса по прочности с В30 до В55. Изучено влияние марки бетона на прочность щебня, полученного в результате его дробления. Исследована зависимость прочности щебня из бетонного лома от его многократного использования.

6. **Б.Д. Тухватуллин** (гр. 4СТ02, н. рук. Н.М. Красникова). Исследование процесса карбонизации бетона.

Долговечность железобетонных конструкций определяется длительностью периода, в течение которого бетон сохраняет способность поддерживать состояние пассивности арматуры. В большинстве случаев потеря бетоном защитных свойств, связана с его карбонизацией. При этом плотность бетона (и как следствие его прочность) является важным фактором карбонизации, так время проникания углекислого газа в тело камня с увеличением плотности может увеличиться до 25 раз.

В работе исследована карбонизация бетонных образцов класса по прочности на сжатие В30 и В55. Контрольные образцы находились в естественных погодных условиях (на улице) в течение 1080 сут. Установлено, что глубина карбонизации цементного камня на воздухе при нормальном давлении  $\text{CO}_2$  невелика и прежде всего зависит от класса бетона. При этом, глубина карбонизации бетона классов В25 и В30 определяется температурой и водоцементным отношением по почти линейной зависимости.

7. **Р.Р. Гилязудинова, А.М. Маннанова** (гр. 4СТ02, н. рук. Н.М. Красникова). Разработка полифункциональных наполнителей.

Известно, что наполнители вместе с вяжущими веществами участвуют в формировании микроструктуры матричной основы и контактных зон композита. Преимущество структуры цементной матрицы с наполнителем состоит в том, что в ней локализуются внутренние дефекты — микротрещины, макропоры и капиллярные поры, а также в том, что уменьшаются их количество и размеры, снижается концентрация напряжений. Структурообразование наполненных цементных композитов основывается на процессах, происходящих при контакте жидкой и твердой фаз, т.е. зависит от количественного соотношения цемента, наполнителей и воды, а также дисперсности и физико-химической активности наполнителей.

В работе исследовалась возможность получения полифункционального наполнителя из известняка. Изучены способы введения сорбтива. Установлено, что в зависимости от природы наполнителя, меняются механизмы сорбции. А физико-механические свойства цементного бетона с известняковым наполнителем зависят от способа введения сорбтива в наполнитель.

8. **И.Ш. Гумерова, Гайсина А.Р.** (гр. 4СТ02), **Х.А. Бахтина** (гр. 6СТ02, н. рук. Н.М. Красникова). Новый способ отсева песка.

Применение высокопрочного бетона находит все большее распространение вследствие его высоких технических характеристик и экономической эффективности в железобетонных конструкциях. Для снижения затрат на производство высокопрочных бетонов к.т.н. Морозовым Н.М. были разработаны песчаные бетоны с прочностью до 120 МПа. Основной отличительной особенностью этого материала является использование песка с оптимальным соотношением трех фракций, обеспечивающим минимальную пустотность и водопотребность. Однако производства такого песка с четким разделением крупности зерен по приемлемой цене у нас нет, а существующие технологии ориентированы на сухое фракционирование, что значительно увеличивает его стоимость, вследствие высоких энергозатрат. Поэтому необходимо опытным путем изучить возможность классификации песка путем использования гидрокласификатора, что приводит к снижению энергозатрат и, соответственно, стоимости песка оптимально гранулометрии.

В работе изучено влияние влажности песка на его проходимость через контрольные сита. Установлено, что при влажности песка 4 % его проходимость ограничивается ситом 1,25 мм, это происходит из-за низкой подвижности молекулы воды в приповерхностных слоях.

Предложен новый способ рассева песка, позволяющий просеивать мелкий заполнитель без его «затора» на всех контрольных ситах.

9. **Д.Н. Гатауллин, И.Р. Шамсутдинов** (гр. 4СТ02), **И.В. Петров** (гр. 6СМ07, н. рук. Н.М. Красиникова). Влияние наполнителей на свойства мелкозернистых самоуплотняющихся бетонов.

Появление СУБ связано с естественным стремлением строителей снизить трудозатраты при бетонировании конструкций. Технически возможность получать бетонные смеси, не требующие принудительного уплотнения при укладке без потери качества, реализовалась во многом благодаря применению добавок на основе эфиров поликарбоксилатов. Кроме применения особого вида пластификаторов, технология СУБ имеет ряд других особенностей, касающихся методик подбора составов, специфики испытаний реологических свойств смесей, особенностей приготовления, транспортировки, укладки и др. Нами исследовалось влияние вида наполнителей и суперпластификаторов на свойства СУБ. Выявлены зависимости влияния расхода цемента и наполнителя на воздухововлечение ( $V_v$ ) и вязкость бетонной смеси ( $\nu$  - показатель определялся с помощью косвенного метода Т 500, сущность которого заключается в определении времени истечения бетонной смеси из перевернутого стандартного конуса). Дозировки наполнителей варьировались от 10-20%. В результате работы разработаны оптимальные составы СУБ из мелкозернистого бетона.

10. **А.И. Валиева** (гр. 4СТ01, н. рук. О.В. Хохряков). Сухая органоминеральная добавка для устройства безусадочных промышленных полов.

Сегодня широкое распространение получили полы, упрочненные топпингом. Объем устройства топпинговых полов в РФ достигает 50 % от всех ныне устраиваемых промышленных полов. Эти полы обладают увеличенным сроком службы, хорошей устойчивостью к механическим повреждениям, износу и истиранию, возможностью эксплуатации при низких температурах (до -30°C), полным отсутствием пыли, эстетической привлекательностью и др. Несмотря на это, топпинговые полы не лишены недостатков, а именно: невозможность устройства бесшовного монолитного покрытия из-за высокой собственной усадки и низкой прочности на растяжение бетона; необходимость выполнения трудоемкого и дорогостоящего процесса нарезки швов и укладки в них полиуретанного герметика; наличие температурно-усадочных швов, снижающих такие эксплуатационные свойства как ровность, водонепроницаемость и морозостойкость.

По нашему мнению, множество проблем, возникающих при устройстве топпинговых полов, может быть устранено путем устройства безусадочных промышленных полов, поскольку при их укладке отпадает необходимость использования топпингов. Для этой цели нами разработана сухая органоминеральная добавка, позволяющая получать безусадочные самоуплотняющиеся бетоны со следующими показателями: марка по растекаемости Р5, класс прочности на сжатие В55, класс прочности на растяжение при изгибе  $B_{tb}$  4,8, марка по морозостойкости F300, марка по водонепроницаемости W12.

11. **В.А. Сунгатуллина, Д.К. Маркузов** (гр. 4СТ02, н. рук. О.В. Хохряков). Оценка эффективности доменного металлургического шлака ООО «Мечел-материалы» в качестве активной минеральной добавки и компонента цементов низкой водопотребности для тяжелых бетонов.

Одной из наиболее острых экологических проблем в настоящее время являются отвалы техногенных отходов, загрязняющих и занимающих значительные территории и пахотные земли. Особенно это касается доменных металлургических шлаков, образующихся в значительных объемах при выплавке чугуна.

Для решения указанной экологической проблемы весьма целесообразно не хранить шлаки в отвалах, а использовать их в составе различных строительных материалов, в частности, в цементных бетонах как наиболее широко распространенных и хорошо поддающихся модификации материалах.

На примере доменного шлака ООО «Мечел-материалы» нами выполнена оценка его эффективности в качестве активной минеральной добавки (АМД), а также как компонента цемента низкой водопотребности. Показано, что бетоны с 30-% содержанием шлака равнопрочны бездобавочному бетону. Замещение цемента шлаком в составе ЦНВ на 50 % позволили получить тяжелые бетоны с марочной прочностью практически в 2 раза превышающей марочную прочность идентичного по составу бетона, но без добавления шлака.

Итак, экспериментально было показано, что доменный металлургический шлак не только позволяет получать цементные бетоны с высокими техническими показателями, но и решить соответствующие экологические проблемы.

12. **А.М. Агманова** (гр. 4СТ01, н. рук. О.В. Хохряков). Иммерсионная технология декорирования бетонных изделий.

В последние годы современными дизайнерскими мастерскими стали повышаться требования к искусственному декоративному бетону. Особенно это касается выразительности и художественного оформления фасадов и интерьерной части зданий. В свете этого представляет интерес относительно новый способ декорирования бетона путем технологии иммерсионной печати (или т.н. «аквапринт»). Этот способ позволяет покрыть различные твердые поверхности (пластик, бетон, металл, стекло или керамика) особой текстурой, совершенно идентичной по внешнему виду натуральным породам дерева, гранита, шлифованного алюминия, 3D-карбона и пр. Полученные покрытия устойчивы к негативному воздействию внешних факторов окружающей среды: переменных температур, влаги и вибрации, «не выгорает» на солнце.

Нами изготовлены первые образцы из бетона, подвергнутого технологии иммерсионной печати и получены декоративные поверхности типа «черный мрамор», «красное дерево» и «змеиная кожа». Изучены основные физико-механические показатели обработанных образцов: морозостойкости, водопоглощения и др. В дальнейшем с использованием указанной технологии планируется изготовление фасадных изделий и элементов внутренней отделки, которые весьма широко распространены при строительстве ряда общественных зданий и памятников архитектуры.

13. **З.Р. Кашафутдинова** (гр. 4СТ01, н. рук. О.В. Хохряков). Разработка эластичного полимерминерального обмазочного состава гидроизоляционного назначения.

Как правило, долговечность строительных изделий и конструкций обеспечивается не только соблюдением условий эксплуатации, но и применением вторичных способов защиты. Под вторичной защитой понимается материал или покрытие, обеспечивающий защиту от неблагоприятных климатических факторов, в частности, от разрушающего действия воды. Как известно, наиболее интенсивно она разрушает стыки и примыкания конструкций, особенно в местах устройства температурных и деформационных швов.

Нами разработан материал, который одновременно обладает как эластичностью, что позволяет воспринимать деформации в швах, так и агрессивной стойкостью, т.е. не только водоотталкивающей способностью, но и кислотоупорностью. Он представляет собой одно- либо двухкомпонентный состав, состоящий из полимерной акрилстирольной дисперсии и минерального компонента (кремнеземистого, карбонатного или цемента). При их смешении образуется вязкопластичный состав, который наносится подобно мастикам на поверхность бетона, кирпича и пр. При комнатной температуре состав полимеризуется в течение одних суток и превращается в эластичную гидроизоляционную пленку с хорошей адгезией к поверхности. В работе нами выполнена оптимизация состава сырьевых компонентов и в зависимости от их соотношения установлен характер изменения эластичности, времени высыхания, морозостойкости и условной прочности.

14. **Л.Р. Абдрашитова, Э.Р. Низамутдинова** (гр. 4СТ02, н. рук. Н.Н. Морозова). Мелкозернистый легкий бетон на ГЦПВ с местной активной минеральной добавкой и перлитовым отходом.

Гипсовые материалы и изделия относятся к прогрессивным строительным материалам благодаря простоте, экономичности и малой их энергоемкости. Устранение недостатков, присущих гипсовым изделиям и тем самым получения вяжущего материала подобного цементному и легких бетонов на его основе возможно путем совместного смешения рядового строительного гипса марки Г-6 (производства ООО «Аракчинский гипс»), привозного портландцемента (доля которого не более 1/4 части от всего вяжущего) и местной активной минеральной добавки (активированном ЦСП Татрско-Шатрашанского месторождения) при строго определенных их соотношениях. В качестве заполнителя предлагается использовать вспученный перлитовый песок, который является отходом отработанной теплоизоляции креогенных установок. В связи с этим устанавливается оптимальное количество заполнителя и исследуются основные свойства мелкозернистого легкого ГЦПВ-бетона.

#### **ЧЕТВЕРТОЕ ЗАСЕДАНИЕ**

21 апреля, 9.30, ауд. 1-64

1. **А.Г. Хантимиров** (гр. 7СМ17, н. рук. Л.А. Абдрахманова). Поливинилхлоридные нанокompозиты.

При модификации ПВХ нанодобавками, особенно с целью улучшения прочностных, теплофизических и др. свойств материалов, необходимо еще решать вопросы повышения стабильности ПВХ-композиций и облегчения условий их переработки в расплаве. Ранее были рассмотрена модификация ПВХ-композиций однослойными углеродными нанотрубками и их

высококонцентрированными дисперсиями в пластификаторе (продукция компании ООО OCSiAl). В данной работе исследуется влияние на закономерности формирования микроструктуры, технологические и эксплуатационные свойства поливинилхлоридных композитов стабилизированных дисперсий углеродных нанотрубок и графеновых пластинок, углеродных нанотрубок с функционализированной поверхностью в виде сухих агломерированных порошков, а также низковязких кремнезелей.

2. **Р.И. Казакулов** (гр. 7СМ17, н. рук. Д.А. Аюпов). Наномодифицированные битумно-резиновые вяжущие.

Хорошее качество дорожного и кровельного полотна является актуальной темой для России. Одной из причин, ухудшающих его, является использование битум-полимерных вяжущих с низким комплексом свойств. Также отрицательное воздействие на качество оказывает завышенная цена на используемый сейчас полимер, т.к. ввиду его экономии производителями снижаются конечные характеристики битум-полимерного вяжущего. Нами было предложено заменить полимерный модификатор на более дешевый - отход резиновых шин. Благодаря технологии их утилизации, разработанной на нашей кафедре, основанной на девулканизации резиновой крошки непосредственно в битуме, мы смогли получить битумно-резиновое вяжущее с высокими показателями свойств. Для облегчения перемешивания, переработки модифицированного вяжущего было принято решение понизить его вязкость, а также увеличить растяжимость при помощи однослойных углеродных нанотрубок. Отработана технология их введения, заключающаяся в предварительном растворении их в нефтяном масле И-20А.

3. **Л.М. Салыхова** (гр. 7СМ17, н. рук. А.Н. Богданов). Разработка состава керамической шихты для выпуска крупноформатных панелей, выполняющих декоративно-теплоизоляционную функцию.

Рост требований к термическому сопротивлению ограждающих конструкций отапливаемых зданий определяет необходимость применения эффективных утеплителей или повышения теплозащитных свойств самих керамических стеновых материалов. Поэтому в наше время актуально внедрение на керамических производствах стеновой керамики, сочетающей в себе декоративно-теплоизоляционные свойства. В работе проводится изучение и анализ опыта производства керамических материалов, изучение местной сырьевой базы для производства высокопористых стеновых материалов, разработка состава шихты, технологических основ управления структурой и строительно-технических свойств энергоэффективных керамических стеновых материалов. Исследование основано на подборе оптимальных поризаторов и химических добавок, в том числе их подготовка, разработке состава шихты высокопористой керамики, разработке технологии производства декоративно-теплоизоляционных керамических стеновых материалов повышенной пористости с применением поризаторов органической и минеральной природы.

4. **Д.И. Азизова** (гр. 7СМ17, н. рук. И.А. Женжурист). Зависимость свойств керамического камня от вида кремнеземисто-карбонатной композиции и технологии ее получения.

Кремнеземисто-карбонатные композиции на основе широко распространенного природного аморфного кремнезема (диатомита, трепела) и карбонатного сырья является перспективными для получения высокопрочной керамики (плитки, керамогранита, клинкера). В работе на основе диатомита Ульяновской области и глинисто-карбонатной породы (мергеля Максимковского месторождения) был подобран состав композиции с повышенной прочностью. Исследовано влияние добавок солевых флюсов на прочностные характеристики материала при высокотемпературном обжиге, внешние характеристики материала. Исследовано влияние СВЧ обработки материала на эти процессы. Отмечено различное поведение образцов, сформованных по разным технологиям, при термообработке в поле СВЧ. Проверена технология на образцах, сформованных по пластической технологии и прессования из порошка. Определены внешние характеристики материала (цвет керамического камня, чистота цвета, оплавленность поверхности). В результате подбора состава и отработки режима термообработки, выбран состав с наилучшими физико-механическими характеристиками (повышенной прочностью и низким водопоглощением). Выходные показатели материала укладывались в диапазон прочности клинкерного материала, плитки.

5. **Г.И. Альмеева** (гр. 7СМ17, н. рук. И.А. Женжурист). Зависимость свойств керамического камня от вида глинистого сырья, кремнеземистого наполнителя и технологии его получения.

Известна повышенная активность аморфного кремнезема в присутствии воды взаимодействовать при низких температурах с гидратом окиси кальция. Значительная часть легкоплавких глин в стране засорены карбонатами, чувствительны к сушке и не пригодны для

получения высокопрочной керамики (плитки, керамогранита, клинкера). В работе на примере типичных, засоренных карбонатами, глин различного полиминерального состава (Калининской и Елабужской) и мергеля (Максимковское месторождение) было исследовано влияние добавок аморфного кремнезема (АК), находящегося в различных компонентах на физико-механические характеристики материала. Отмечено влияние природы сырьевого компонента и процентного содержания в нем аморфного кремнезема на эксплуатационные характеристики спеченного материала. Проверили влияние солевых флюсов на эксплуатационные характеристики и внешний вид материала. Отмечена эффективность добавки NaCl в глинистое сырье с карбонатной составляющей и роль добавки аморфного кремнезема. Предварительная обработка композиции в поле СВЧ усиливала эффект взаимодействия, прочность образцов по сравнению с базовым составом значительно повышалась.

6. **Р.Р. Абубакиров** (гр. 7СМ17, н. рук. И.А. Женжурист). Разработка технологии низкотемпературного спекания композиции на основе отходов переработки природных силикатов и связующих щелочной активности.

В качестве сырья для получения строительной керамики из-за особенностей состава, свойств и имеют значение отходы ТЭЦ (золы) и отходы переработки асбеста (волоконистого силиката магния). Золы состоят из высокотемпературных фаз, в том числе муллита – основной волоконистой армирующей фазы высокопрочной керамики, поэтому повторный высокотемпературный обжиг неэффективен и экономически не оправдан. Асбест – природный волоконистый наноматериал, который свои уникальные свойства теряет из-за дегидротации уже до 600 °С. Оба отхода многотоннажны в Сибири, бедной высококачественными глинами для получения керамики, и не находят должного сбыта. Начата работа по разработке технологии низкотемпературного спекания композиций на их основе и связующем щелочной активности. Проверены технологии пластического формования и прессования из порошка. Установлено влияние давления прессования на качество материала и поведение образца при СВЧ термообработке. Определены некоторые технологические параметры (состав композиций, концентрация связующего, режим термообработки). Установлены особенности спекания и отличительные показатели образцов, полученных традиционным нагревом и в печи СВЧ.

7. **Д.Е. Мещанинов** (гр. 7СМ17, н. рук. Н.В. Майсурадзе). Исследование свойств модифицированных эпоксидных полимеров.

Эпоксидные олигомеры широко используются в качестве связующих эпоксидных композитов строительного назначения. Одним из направлений создания новых композиционных материалов является их модификация отходами промышленности. Использование отходов позволяет не только расширить сырьевую базу для производства новых строительных материалов, но и решить проблемы утилизации отходов. При наполнении полимеров дисперсными частицами свойства наполненных полимерных композиционных материалов будут определяться комплексом действия таких факторов, как величина их дисперсности, пористость наполнителя, истинная и насыпная плотности. Этот комплекс характеристик дисперсной фазы для создания наполненных полимерных композиционных материалов является основой для достижения высоких физико-механических свойств при наполнении. В данной работе рассмотрены особенности наполнения эпоксидных полимеров двумя видами минеральных наполнителей: вспученного перлитового песка и углеродных структур.

8. **Р.Р. Ахтариев** (гр. 7СМ08, н. рук. Н.Н. Морозова). Исследование свойств гипсоцементнопуццоланового вяжущего белого цвета при объемной его гидрофобизации.

Гипсоцементнопуццолановые вяжущие (ГЦПВ) в отличие от чисто гипсовых вяжущих веществ характеризуются более высоким коэффициентом размягчения (0,8 и более). Однако, их примененее ограничивают только изделиями эксплуатируемые в помещения с влажностью более 60 %, но не для фасадных изделий. Как известно, гидрофобизация снижает способность изделий и материалов смачиваться водой и водными растворами при сохранении паро- и газопроницаемости.

В связи с этим для применения ГЦПВ белого цвета в фасадных изделиях проведено исследование его свойств после объемной гидрофобизации добавками VINNAPAS, стеарата цинка, стеарата кальция, SikaGard и Litsil. Выполнена оценка прочности на сжатие и водопоглощения модифицированного ГЦПВ-камня. Установлено, что при равных дозировках гидрофобизаторов наибольшее снижение водопоглощения наблюдается с добавкой VINNAPAS.

9. **М.М. Гайнутдинов** (гр. 7СМ16, н. рук. Н.М. Красникова). Влияние химической добавки на свойства мелкозернистого самоуплотняющегося бетона (МСУБ).

В настоящее время накоплен положительный опыт применения мелкозернистого бетона в монолитном домостроении для жилищного и гражданского строительства с классом по прочности не выше В25...В30. При этом, производство самоуплотняющегося мелкозернистого бетона требует

повышенного расхода цемента, что вызывает удорожание бетона и железобетонных конструкций, а твердение сопровождается развитием усадочных деформаций.

В работе исследованы составы высокопрочного самоуплотняющегося песчаного бетона класса В65 с использованием микрокремнезема, песка оптимального зернового состава и суперпластификатора на основе поликарбоксилатов.

Установлено, что наилучшие показатели свойств бетонной смеси наблюдаются при использовании суперпластификатора Melflux 2651F, но данный пластификатор не подходит для СУБов, т.к. происходит сильное расслоение смеси, что является негативным фактором для бетона. Добавка Sika Visko Crete 32 SCC обладает водоудерживающим эффектом, придает бетонной смеси большую стойкость к расслоению и увеличивает показатели плотности и прочности бетона. Учитывая факт расслоения бетонных смесей у эффективного суперпластификатора Melflux, наилучшим решением при проектировании составов самоуплотняющегося мелкозернистого бетона является использование суперпластификатора Sika.

**10. А.Р. Фазлыева** (гр. 7СМ16, н. рук. Г.В. Кузнецова). Утилизации подрезного слоя после автоклавной обработки в производстве ячеистого бетона.

На заводах ячеистого бетона автоклавного твердения, построенных в начале 21 века применялась технология с одним кантованием массива перед резкой. Следствием этого у разрезанного массива оставался нижний подрезной слой высотой до 20мм, который шел в отходы в виде лома газобетона. Количество такого вида отходов зависит от объемов производства. Приводятся исследования использования этого отхода в виде возвратной добавки-гидросиликатов. и их влияние на свойства ячеистобетонной смеси такие как подвижность смеси и водопотребность, а так же влияние добавки на плотность получаемого образца после ТВО. Исследовано влияние существующих пластификаторов на процесс гашения извести. Определен ряд пластификаторов с наименьшим влиянием на гашение извести и исследованы комплексы в составе: пластификатор (с наименьшим влиянием на гашение извести) + добавка и их влияние на подвижность смеси.

**11. Л.Р. Саминдарова** (гр. 7СМ16, н. рук. Г.В. Кузнецова). Изучение особенностей применения шлама химводоочистки ТЭЦ для производства строительных материалов автоклавного твердения.

В энергетике, традиционно, шламы ХВО складываются и временно накапливаются в шламоотвалах, В этой связи самой большой проблемой в энергетике является образование и утилизация большого количества шлама ХВО, который накапливается несколько лет в шламоотвалах. Ежегодный прирост крупнотоннажных отходов водоподготовки (шлама ХВО и недопада извести) на Нижнекамской ТЭЦ может достигать 9-13 тысяч тонн. Исследованы и проведен патентный поиск существующих способов эффективного и полезного применения шламов ХВО. Предложены результаты изучения крупности кремнеземистого компонента в составе ШВО. особенностей применения шлама химводоочистки ТЭЦ для производства строительных материалов автоклавного твердения применительно по прямой технологии и по традиционной в качестве сырья для извести и как добавки.

**12. Р.Р. Фархуллин** (гр. 7СМ16, н. рук. Г.В. Кузнецова). Изучение влияния суглинков в составе комплексного известково-кремнеземистого вяжущего на физико-механические свойства прессованных силикатных изделий автоклавного твердения.

Ряд предприятий работает на покупной извести, что ставит вопросы экономии извести на первый план. Расширение номенклатуры всюю очередь заставляет производителя увеличивать сырцовую прочность. Суглинки по минеральному составу относятся к породам, содержащим повышенное содержание пелитовой фракции, которая заполняет пустоты и может обеспечивать дополнительное образование коллоидного клея в смеси и уплотнять структуру композита и обуславливать высокие капиллярные силы в оставшихся мельчайших порах. Приводятся результаты исследования влияние суглинков являющихся отходами карьеров песка в составе кремнеземистого компонента на свойства формовочной смеси и сырцовой и автоклавной прочностей. Исследовано использование суглинка в качестве дополнительного компонента в составе вяжущего и его влияние на адгезионные свойства известкового теста. Предложены составы комплексного известково-кремнеземистого вяжущего с использованием дополнительного компонента суглинка. Разработанное комплексное вяжущее позволяет увеличить сырцовую прочность в 1,4-1,8 раз, а автоклавную прочность на 30 %.

**ПЯТОЕ ЗАСЕДАНИЕ**  
21 апреля, 13.30, ауд. 1-64

1. **А.Ф. Гимадутдинов** (гр. 7СМ16, н. рук. Г.В. Кузнецова). Исследование физико-технических свойств силикатного плотного бетона на композиционном известковом вяжущем.

Исследовалось комплексное известково-кремнезёмистое вяжущее для мелкозернистого плотного бетона с наибольшей жесткостью 4с и его влияние на автоклавную прочность на песочных смесях Мкр 1,3-2,7 разного оптимального состава и песке одного вида с Мкр 1,3. Усовершенствование состава известково-кремнезёмистого вяжущего предложено за счет комплекса с использованием суглинистого песка и песка намывного и суглинка. Прочностные характеристики предложенного вяжущего в сравнении со стандартным проверены на зерновой смеси из песков разной крупности и для условий завода силикатного кирпича на песке одного вида. Проведен анализ плотности смесей. Установлено, что комплексное известково-кремнезёмистое вяжущее позволяет увеличить прочностные показатели после автоклавной ТВО на песке Мкр 1,3 на 12 %, а на песочных смесях песков Мкр 1,3-2,5 на 30-74% и позволяют получать в условиях завода силикатного кирпича силикатный мелкозернистый плотный бетон класса по прочности В15-В35.

2. **И.Р. Марданшин, И.Р. Исхаков** (гр. 7СМ16, н. рук. И.В. Колесникова). Изучение возможности использования асбеста в качестве наполнителя в ПВХ материалах, изготовленных методом экструзии.

Для создания композиционных материалов строительного назначения используются различные виды наполнителей. Одним из них является асбестовое волокно, придающее специфические свойства конечному продукту. В предварительном обзоре, в том числе интернет и патентном, упоминаются асбестосодержащие изделия строительного назначения, представленные в основном неорганической матрицей. Материалы на основе полимерного связующего, менее распространены и преимущественно мягкие. Асбестовое волокно в качестве наполнителя используется для изготовления герметиков, мастик и клеев. Известно использование коротковолокнистого асбеста, в качестве наполнителя в коллоксилиновом линолеуме, для нейтрализации риска пожароопасности материала. Из жестких – виниласбестовые плитки для полов, изготавливаемые методом прессования. Современные материалы на основе жесткого ПВХ применяются для изготовления панелей, оконных профилей, пластикового сайдинга и др. Наиболее современным и актуальным способом производства таких изделий является экструзионный.

3. **Г.А. Альхамова** (гр. 7СМ16, н. рук. О.В. Хохряков). Разработка быстротвердеющих и сверхбыстротвердеющих цементных составов для ремонтных работ.

В последнее десятилетие растет потребность в быстротвердеющих и сверхбыстротвердеющих цементных составах. Как правило, это касается бетонных и железобетонных конструкций, которые необходимо ввести в эксплуатацию в сжатые сроки или в том случае, когда необходимо провести ремонтные работы без остановки существующего технологического процесса на предприятии. Другим немаловажным требованием, предъявляемым к подобным составам, является способность твердеть в условиях отрицательных температур (вплоть до -20°).

Нами проанализирована литература и рынок быстротвердеющих составов и показано, что, в основном, применяются дорогостоящие зарубежные аналоги, не всегда отвечающие поставленным задачам. Установлено, что наиболее эффективно для этих целей использование вяжущего сульфоалюминатного типа, отличающегося собственным повышенным тепловыделением. Оптимизация его состава с использованием ряда химических модификаторов позволила разработать быстротвердеющие и сверхбыстротвердеющие цементные составы в виде сухих смесей. Основным показателем, определяющим эффективность подобных составов, является двухчасовая прочность, которая для наших быстротвердеющих смесей достигла 50 МПа. При этом данные составы являются самоуплотняющимися, безусадочными, однородными по структуре и обладают повышенной адгезионной прочностью.

4. **М.А. Фатахутдинов** (гр. 7СМ16, н. рук. О.В. Хохряков). Составы со значительным эффектом расширения для технологии невзрывчатых разрушающих материалов.

За последние годы появляется все больше аварийных зданий и сооружений, не подлежащих капитальному ремонту и восстановлению. В связи с этим зачастую привлекают тяжелую технику, специализирующуюся на сносе и разрушении таких зданий. Альтернативным способом разрушения зданий или его отдельных конструктивных элементов является технология невзрывчатых разрушающих составов (НРС). Данные составы позволяют отказаться от привлечения тяжелой техники, повысить безопасность труда, минимизировать шум и вибрацию,

обеспечить безопасность работ в пожаро- и взрывоопасных местах строительства. НРС просты и технологичны в использовании.

Нами разработаны составы НРС, который изготавливается в виде сухой смеси, которая затворяется водой, перемешивается, и полученный готовый раствор заливают в колодезные отверстия. Через 1-2 часа раствор интенсивно расширяется и разрушает бетонные образцы. На основании лабораторных испытаний НРС способен разрушать бетон марки 400 и выше.

**5. И.Р. Зиятдинов** (гр. 7СМ16, н. рук. О.В. Хохряков). Цементы низкой водопотребности (ЦНВ) для инъекционных работ при ремонте конструкций и укреплении оснований.

Известно, что технология инъецирования широко распространена при ремонте различных бетонных и железобетонных конструкций, кирпичных кладок, укреплении оснований и фундаментов. Этот метод наиболее применим для заполнения различных дефектов (трещин, пустот, неплотностей и пр.), образующихся в процессе длительной эксплуатации конструкций.

Технологически инъецирование осуществляется путем закачивания материала в тело конструкции через пакеры (инъекторы), которые вставлены в заранее высверленные отверстия (шпурь). На поверхности конструкции пакеры монтируют под углом 45-90°, располагая их в шахматном порядке с шагом 150-300 мм. При этом применяют различные нагнетательные насосные установки с давлением до 4 МПа (мембранные, поршневые и др.).

С учетом возрастающих требований к проникающей способности инъекционно-уплотняющих составов, особенно в свете нового ГОСТ 33762-2016, актуальным становится применение цементов низкой водопотребности, которые обладают повышенной дисперсностью и связностью. Нами выполнена оценка ряда химических добавок (суперпластификаторов, стабилизаторов и др.) для оптимизации состава инъекционных сухих смесей по показателям удобоукладываемости, водоудерживающей способности, расслаиваемости и пр.

**6. Г.В. Закирова** (гр. 6СМ08, н. рук. В.Х. Фахрутдинова, А.М. Исламов). Диффузионная модификация ПВХ реакционноспособным эпоксидным мономером.

Ранее нами была показана возможность поверхностной модификации жесткого ПВХматериала (винипласт), которая осуществлялась путем диффузионной пропитки в эпоксидном мономере (диглицидиловый эфир 1,4-бутандиола) с дальнейшим отверждением в среде отвердителя (диэтилентриамин - ДЭТА). В результате было выявлено усиливающее действие на поверхность ПВХ малых степеней набухания (до 0,1%), а при больших – пластифицирующее. При этом происходило уменьшение массы образцов при выдержке в отвердителе, вероятно вследствие вымывания низкомолекулярных и растворимых компонентов винипласта.

Для ясного представления о структурных и химических превращениях, происходящих в модифицированных образцах, нами в данной работе диффузионная модификация осуществлялась на чистом ПВХ. Изучалось влияние малой степени набухания ПВХ в олигомере, а также соотношение мономер-отвердитель на физико-механические свойства получаемых градиентных материалов.

**7. И.Р. Гайнуллин** (гр. 6СМ08, н. рук. Д.А. Аюпов). Исследование девулканизационной способности резин на основе шинных каучуков.

На сегодняшний день широко известна проблема утилизации автомобильных шин. Одним из возможных путей их утилизации является модификация битумов девулканизатами резиновой крошки. Исследования показали, что девулканизация эффективно протекает лишь в вакууме, поэтому важной является фундаментальная работа по исследованию влияния наполненности резин сажей на девулканизационную способность резиновой крошки в условиях вакуума и в обычных условиях, которая поможет уйти от вакуумной технологии. Нами получены модельные резиновые смеси, содержащие лишь один тип каучука с наполнением и без наполнения. Приготовлены битумно-резиновые композиции с использованием вакуума и без вакуума. Изучены основные свойства битумно-резиновых композиций: температура размягчения, температура хрупкости, дуктильность, эластичность, пенетрация. Также методом золь-гель анализа исследована способность разработанных вяжущих к девулканизации.

**8. А.Н. Магсумов** (гр. 6СМ07, н. рук. Н.М. Красникова). Морозостойкость бетона на вторичном заполнителе.

В работе вторичный заполнитель получали путем дробления контрольных образцов в лабораторной щековой дробилке. При этом, разрушение бетона при дроблении происходит в основном по цементно-песчаному камню или по поверхности его контакта с крупным заполнителем. Количество дробленых зерен щебня в получаемом продукте весьма незначительно, а площадь обнаженных поверхностей расколотого щебня составляет 10-20% от общей поверхности зерна щебня независимо от его размера. В местах раскола по контакту с цементно-песчаным камнем обнаженная поверхность заполнителя покрыта цементным камнем.

Следовательно, при использовании щебня из вторичного бетона в бетонных смесях прочность «нового» бетона будет в значительной мере определяться сцеплением «нового» цементного камня со «старым». Как известно, что при хорошем сцеплении матрицы с заполнителями и их высокой прочности резко возрастает прочность композита, и, как следствие, должны повышаться его эксплуатационные характеристики.

Нами исследованы эксплуатационные характеристики бетона, содержащего вторичный заполнитель. Установлено, что вторичный заполнитель не снижает морозостойкость бетона, относительно контрольного состава на природном заполнителе (граните).

9. **А.Д. Данилевич, М.А. Желткова** (гр.6СМ08, н. рук. И.В. Колесникова). Изучение асбестов разных форм подготовки в качестве наполнителя в ПВХ-композициях.

Результаты предварительно проведенной работы показали целесообразность использования асбестового волокна в качестве наполнителя ПВХ-композиций.

Проведена оценка влияния асбестов разных форм подготовки на полимерную матрицу с использованием различных методов исследований (оптических, ИКС). По результатам исследований возможно прогнозирование конечных свойств ПВХ материалов.

Эффективность применения асбеста в качестве волокнистого наполнителя в ПВХ-композициях, оценивалась в сравнении с другими видами наполнителей в концентрации от 0 до 40 масс.ч. Использовались различные способы совмещения наполнителя с матрицей. Оценка проводилась по технологическим и эксплуатационно-техническим характеристикам для профильно-погонажных изделий с выбором оптимальной рецептуры, рекомендуемых в дальнейшем для производства методом экструзии.

10. **С.А. Савинков** (гр. 6СМ07, н. рук. О.В. Хохряков). Оптимизация составов тяжелых бетонов на основе «карбонатных» цементов низкой водопотребности.

За рубежом и в последнее десятилетие в России довольно остро встает вопрос о сбережении окружающей среды, которая ежегодно все интенсивнее загрязняется техногенными отходами. В частности, это касается производства цемента (а точнее его клинкера), на долю которого мировые выбросы CO<sub>2</sub> достигают 7 %. Сегодня только цементы низкой водопотребности – наиболее перспективный путь снижения клинкероемкости в цементных бетонах за счет широкого использования природных наполнителей и промышленных отходов.

Нами разработаны составы тяжелых бетонов классов по прочности от В15 до В80 с использованием цементов низкой водопотребности марок ЦНВ-30, 50 и 70, полученных на основе карбонатных наполнителей. Показано, что эффективность ЦНВ существенно зависит от его расхода, а точнее от объема цементного теста, содержащегося в пространстве между зернами наполнителя.

Кроме этого, был изучен комплекс эксплуатационно-технических показателей этих бетонов: морозостойкость, водонепроницаемость, водопоглощение, призмная прочность, прочность на растяжение при изгибе и др. Показано, что по этим показателям они превосходят традиционные тяжелые бетоны и, соответственно могут без ограничений применяться при строительстве зданий и сооружений.

11. **А.Ф. Бадыгина** (гр. 6СМ07, н. рук. О.В. Хохряков). Экономическое обоснование производства бетонов на цементе низкой водопотребности в Республике Татарстан.

На сегодняшний день в Республике Татарстан бетон является одним из самых востребованных строительных материалов и практически используется в каждой отрасли строительства. Для приготовления бетона применяют различные способы повышения активности цемента и качества бетонной смеси (домол и виброактивация цемента, виброперемешивание, применение суперпластификаторов) и принимают высокий расход цемента. Большие перспективы в получении высокопрочных бетонов связаны с применением цементов низкой водопотребности (ЦНВ). Таким образом, технико-экономическое обоснование производства бетонов на ЦНВ является актуальной задачей для Республики Татарстан.

На примере жилого дома рассматривалась возможность замены в конструктивных элементах здания бетона класса В25 на высокопрочные бетоны на ЦНВ классов В40 и В80. Были проведены расчеты в трех вариантах и выявлено, что экономия расхода бетона составляет – 12 %, расхода стали – 25 %, а экономическая выгода – 15 %. При замене бетона класса В25 на В80 во всех конструктивных элементах здания, экономия расхода бетона и стали составляет 20 % и 29 % соответственно.

12. **А.Ф. Сабирова** (гр. 6СМ07, н. рук. О.В. Хохряков). Экономическое обоснование производства цемента низкой водопотребности для изготовления различных видов бетонов в Республике Татарстан.

Согласно «Стратегии развития промышленности строительных материалов до 2020 года» и «Транспортной стратегии России» в стране потребность в цементе к 2020 году составит 97,8 млн. т. Очевидно, что особенно остро эта тенденция отразится на Республике Татарстана, как не имеющего собственного цементного производства. Альтернативным цементу может стать «карбонатный» цемент низкой водопотребности (ЦНВ), не уступающий ему по свойствам. Производство ЦНВ осуществляется путем раздельно-последовательного помола ПЦ-клинкера (или готового бездобавочного цемента) с карбонатным наполнителем и суперпластификатором на традиционном механическом оборудовании (мельницы, дробилки, сушилки и пр.). При этом технология производства безотходна и безопасна для жизнедеятельности человека.

Нами рассматривается возможность размещения производства ЦНВ в Республике Татарстан вблизи потребителей-производителей бетона. С технико-экономической точки зрения наиболее перспективной видится территория «Свияжского межрегионального мультимодального логистического центра», на которую для ЦНВ планируется поставлять клинкер (или организовать его собственное производство) и местный известняк.

Показано, что, исходя из объемов потребления цемента, следует организовать производство ЦНВ мощностью 600000 тн в год, а именно следующие марки этого вяжущего: ЦНВ-30 (М400) – 210000 тн; ЦНВ-50 (М500) – 300000 тн; ЦНВ-70 (М800) – 60000 тн; ЦНВ-100 (М1000) – 30000 тн.

13. **К.Р. Хасанова** (гр. 6СМ207, н. рук. В.Г. Хозин). Исследование различных пропиток и их влияние на физико-механические свойства известняков Республики Татарстан.

Основной проблемой при строительстве автомобильных дорог на территории Республики Татарстан является полное отсутствие высокопрочного щебня. Транспортирование прочного гранитного щебня является экономически невыгодным. Альтернативным вариантом может стать упрочнение известнякового щебня пропиткой жидкими усиливающими продуктами (серой и пр.).

Выбор вида пропитки основывался на эффективности и экономической целесообразности ее применения. Основное внимание уделялось пропитке серой, так как ежегодно увеличиваются ее запасы в связи с глубокой очисткой добываемой нефти и природного газа. Частичное использование серы при производстве серощебня позволяет улучшить и экологическую ситуацию в республике.

Наряду с этим производились исследования других видов пропитки и их влияние на физико-механические свойства пористого малопрочного карбонатного щебня. В результате этого появилась возможность уменьшить себестоимость модифицированного щебня.