

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Рыжих Владислава Дмитриевича на тему:

«Закладочные твердеющие смеси с направленным структурообразованием»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.1.5 «Строительные материалы и изделия»

1. Актуальность темы исследования

В соответствии с поручением Президента России по реализации стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года особое внимание отводится формированию и эффективному исполнению жизненного цикла от добычи и производства минерального сырья до готовых для использования видов продукции (ПР-1130 от 28.06.22). При этом большое внимание уделяется освоению месторождений путем разработки и внедрения современных технологий комплексной добычи минеральных полезных ископаемых с различных горизонтов по глубине, т.е. увеличению коэффициента извлечения природного сырья, сокращению его потерь при добыче и переработке в горнодобывающей промышленности, снижению затрат. Приоритетами в сфере развития минерально-сырьевой базы в России являются разработка современных технологий максимального извлечения из недр полезных ископаемых с использованием закладочных смесей и создания искусственных массивов, обеспечивающих сохранение поверхности земной коры. Для этого используются современные технологии послойной или камерной добычи руды с закладкой выработанного пространства твердеющими смесями, обеспечивающими требуемые параметры транспортабельности, скорости твердения, прочности на сжатие, надежности и безопасности при эксплуатации искусственных массивов в зависимости от горизонтов залегания руды. Эффективность добычи полезных ископаемых с закладкой выработанного пространства существенно зависит от вида используемого сырья, состава, технологии приготовления, транспортирования, укладки и обеспечения требуемых свойств закладки в массивах.

Формируемые нормативные требования к закладке существенно зависят от вида добываемого сырья, особенности месторождений, и, как правило, способов добычи. В современных технологиях изготовления закладочных смесей большое внимание уделяют научному обоснованию выбора сырьевых материалов, твердеющих компонентов, технологиям их подготовки (в том числе индивидуальной или совместной активации), перемешиванию, доставки к месту укладки, структурообразованию и обеспечению требуемых эксплуатационных характеристик закладки в выработанном пространстве.

Исследования в области развития знаний и разработки практических решений по управлению процессом формирования и сохранения многоуровневой капиллярно-пористой структуры твердеющей закладки на протяжении всего жизненного цикла в зависимости от вида природного минерального сырья и побочных продуктов промышленности, способов активации и перемешивания компонентов, транспортирования закладочных смесей актуальны, востребованы

и представляют научный интерес для разработки инновационных технологий в сфере развития минерально-сырьевой базы в России.

В настоящей диссертационной работе приведены результаты исследований по разработке технологий изготовления и применения твердеющих закладочных смесей, адаптированных к добыче железной руды в Яковлевском ГОКе (Белгородская область). Данное месторождение является одним из богатейших месторождений в России (содержание железа 66%). С учетом объемов добычи железной руды требуется решение важнейшей технологической задачи по созданию закладочных твердеющих смесей с требуемыми физико-механическими и технологическими характеристиками с использованием местного минерального сырья и побочных продуктов промышленности при снижении экономических затрат. Поэтому исследования по разработке научно-обоснованных технологических решений по производству закладочных твердеющих смесей на основе местного сырья с направленным структурообразованием являются актуальными.

Актуальность диссертационной работы подтверждается включением ее в программу «Приоритет – 2030» на базе Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (государственное задание № 11.9329.2017/БЧ) и гранта РНФ № 22-19-20115.

2. Оценка структуры и содержания работы

Отзыв подготовлен на основании представленных диссертации и автореферата. Диссертационная работа состоит из следующих разделов: содержания, введения, основной части, состоящей из пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 201 странице машинописного текста, включает 76 рисунков, 46 таблиц, 17 приложений и список литературы из 200 наименований источников работ отечественных и зарубежных авторов, а также национальных стандартов.

Результаты изучения и анализа материалов диссертационной работы.

Во введении автором обоснованы актуальность диссертационного исследования, степень разработанности темы, определены цели и задачи, сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость, изложены положения, выносимые на защиту, методология и методы исследований, приведены сведения о достоверности и апробации результатов работы, публикациях, личного вклада автора, структуре и объеме работы.

В первой главе приведены результаты анализа научно-технической литературы по вопросам исследования композиционных вяжущих и технологии изготовления твердеющих смесей для закладки выработанного пространства при добыче минерального сырья. Проанализированы варианты и приведены обоснования использования природного и техногенного сырья, различных композиционных вяжущих, а также методы их активации для разработки технологии изготовления закладочных смесей с требуемыми свойствами, транспортирования и укладки их в выработанное пространство.

Автором изложена **рабочая гипотеза** исследований по разработке технологии изготовления закладочных смесей повышенного качества путем использования в составе закладки гранулированных заполнителей, приготовленных в шнековом грануляторе из мелких кварцевых песков и

вяжущих композиций, полученных совместным помолом песка и портландцемента в вихревой струйной мельнице, а также композиционных вяжущих, изготовленных совместной механоактивацией портландцемента и шлаков доменных гранулированных в различных помольных агрегатах, отходов переработки железной руды Яковлевского рудника, в качестве заполнителя, что обеспечивает повышение активности всех компонентов и увеличение прочности закладки.

Во второй главе приведены стандартные характеристики используемых при проведении исследований сырьевых материалов, позволяющие оценить их качество и возможность использования для установления закономерностей структурообразования закладочных смесей в соответствии с сформулированной целью и задачами исследований (портландцемент ЗАО «Белгородский цемент», кварцевый песок Яковлевского ГОКа, шлак доменный гранулированный ПАО «Северсталь»), а также описание методик и характеристик оборудования, использованных при проведении экспериментальных исследований.

В третьей главе приведены установленные закономерности технологических решений изготовления гранулированных заполнителей на основе мелкодисперсных кварцевых песков фракций $\leq 0,16$ мм, $\leq 0,315$ мм, $\leq 0,63$ мм и вяжущих композиций, приготовленных из мелкодисперсных кварцевых песков и портландцемента, совместно механоактивированных в вихревой струйной мельнице.

Автором разработана технология изготовления гранулированных заполнителей путем последовательной реализации пяти приемов: подготовка сырьевых компонентов; приготовление вяжущих композиций; формирование гранулированных заполнителей; твердение гранул в туннельной камере и контроль качества испытанием заполнителя по разработанной методике.

Установлены закономерности и основные характеристики композиционных вяжущих, изготовленных путем совместного измельчения (механоактивация) портландцемента и кварцевого песка в вихревой струйной мельнице (удельная поверхность, нормальная густота, сроки схватывания, прочность при сжатии в возрасте 2 и 28 суток). Наибольшей прочностью при сжатии (69,5 МПа) с повышением НГ до 32 % обладает композиционное вяжущее с содержанием портландцемента 10% (прирост прочности 32,5%).

Установлены закономерности изготовления гранулированных заполнителей цилиндрической формы с размерами $h=7-16$ мм, $d=5-6$ мм из фракционированных песков $\leq 0,16$ мм, $\leq 0,315$, $\leq 0,63$ мм (разработано 36 рецептов).

Методом математического описания эксперимента установлен наиболее эффективный состав гранулированного заполнителя, приготовленный на основе песка фракции $\leq 0,63$ мм и вяжущей композиции (с содержанием портландцемента 30%) в количестве 15%, и обеспечивающий стабильное повышение прочностных показателей. Этот состав был рекомендован для использования в дальнейших исследованиях закономерностей структурообразования закладочных смесей.

В четвертой главе приведены исследования по разработке и оптимизации составов, установлены закономерности структурообразования композиционных вяжущих (КВ), состоящих из портландцемента и шлаков доменных гранулированных, совместно измельченных в вибрационной, вихревой струйной и роторной шаровой мельницах, с установлением помольного аппарата обладающего наибольшей эффективностью.

Установлено, что механоактивация КВ в мельницах обеспечивает увеличение содержания фракции 1-10 мкм: в вибрационной на 20%, в вихревой струйной на 55% и в роторной шаровой на 75%. Наиболее эффективной является роторная шаровая мельница. Все помольные установки при получении КВ влияют на формирование зерен и гранулометрический состав, что, отражается на нормальной густоте, сроках схватывания и структурообразовании композиционного вяжущего и на прочности композитных вяжущих.

Изучена гидравлическая активность шлака по поглощению СаО до и после помола. Установлено, что после механоактивации гидравлическая активность шлака возрастает более чем в 2 раза.

Композиционные вяжущие с соотношением компонентов «портландцемент : шлак» – 60:40% обладают максимальной прочностью при сжатии в возрасте 28 сут: при измельчении в вибрационной мельнице $R_{сж}=50,1$ МПа; вихревой струйной мельнице $R_{сж}=56,2$ МПа; роторной шаровой мельнице $R_{сж}=60,1$ МПа.

Приведены данные гранулометрического, рентгенофазового и микроструктурного анализов, изучены физико-механические и технологические показатели для оценки качества и эффективности композиционных вяжущих.

Из результатов рентгенофазовых исследований гидратированных композиционных вяжущих в возрасте 28 сут следует, что все вяжущие содержат следующие минералы: $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{CSH}(\text{II})$, $\text{C}_3\text{A} \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 31\text{H}_2\text{O}$, $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, C_2AH_8 , $\text{C}_3\text{S} + \text{C}_2\text{S}$. Микроструктурный анализ композиционных вяжущих свидетельствует о формировании плотного гидратированного каркаса с высоким содержанием разноориентированных кристаллических скоплений, образованных на активированных подложках высокодисперсных шлаковых частиц, полученных вследствие интенсивного измельчения в эффективных помольных агрегатах.

Автором установлено, что наиболее эффективным помольным агрегатом является роторная шаровая мельница, обеспечивающая изготовление композиционных вяжущих с высокой удельной поверхностью, наибольшей прочностью при сжатии и минимальными энергозатратами вследствие снижения времени помола.

В пятой главе приведены результаты исследований разработанных закладочных твердеющих смесей на основе гранулированных заполнителей, композиционных вяжущих и шлаков доменных гранулированных. Автором разработаны 12 составов закладочных смесей: с наиболее высокими физико-механическими характеристиками ($R_{сж28сут}=25,8$ МПа; $R_{изг28сут}=3,5$ МПа) и наиболее выгодными технико-экономическими характеристиками ($R_{сж28сут}=15,5$ МПа; $R_{изг28сут}=2,6$ МПа).

Предложена модель формирования закладочных массивов в толще и на контактных зонах закладочных массивов с рудным телом, где формируется прочный конгломерат из полученных гранулированных заполнителей, композиционных вяжущих и шлаков доменных гранулированных. Установлено, что вследствие высокой аморфизации минеральных компонентов смеси создаются благоприятные условия для формирования дополнительных гидросиликатных фаз, что способствует направленному структурообразованию закладочного массива в контактной зоне с рудным телом.

Изучены особенности процессов гидратации закладочных смесей, установлен минералогический состав затвердевшего массива. Рентгенофазовыми исследованиями установлена повышенная интенсивность дифракционных

максимумов минерала деллаита, который способствует повышению прочности закладочного массива.

Исследована микроструктура гидратированных закладочных растворов, что подтвердилось наличием всех выявленных минералов и установлена плотная структура прорастания кристаллических образований.

Автором разработана технологическая схема производства закладочных твердеющих смесей. Рассчитана технико-экономическая эффективность применения разработанных составов закладочных твердеющих смесей. В приложении к диссертации представлены разработанные технологические и технические документы для реализации практических рекомендаций изготовления закладочных смесей для закладки выработанного пространства при добыче железных руд на Яковлевском ГОКе, а также результаты опытно-промышленных испытаний разработок автора.

В заключении соискателем представлены научные положения и основные результаты, подтверждающие выдвинутую рабочую гипотезу для решения сформулированных задач, а также приводятся рекомендации и перспективы дальнейшего развития исследований по теме.

3. Степень разработанности и обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Основные научные положения, выводы и рекомендации в работе достаточно обоснованы. Проведенный анализ рассматриваемой проблемы позволил автору сформулировать основные направления теоретических и экспериментальных исследований, результатами которых обоснована эффективность экструзионного гранулирования мелкодисперсных песков совместно с разработанными вяжущими композициями, использования гранулированного доменного шлака в составе композиционных вяжущих механоактивированных в различных помольных агрегатах, с выбором наилучшего и использование разработанных компонентов в производстве закладочных твердеющих смесей с установленными требованиями.

Цели и задачи, поставленные автором в диссертационной работе, сформулированы грамотно. Выводы по главам и заключение научно-обоснованы, убедительны и отражают суть выполненных исследований. Автором проведен значительный объем экспериментальных и теоретических исследований. Определены перспективы дальнейшей работы.

Результаты диссертационных исследований обсуждались на Международных и Российских конференциях, используются в учебном процессе, прошли опытно-промышленные испытания и рекомендованы для внедрения в производство.

Таким образом, можно утверждать, что сформулированные соискателем в диссертационной работе научные положения, выводы и рекомендации в достаточной степени подтверждаются результатами экспериментальных исследований, степень обоснованности и аргументации научных положений, заключения и рекомендаций не вызывают сомнений.

Вышеизложенное позволяет утверждать, что основные положения, выводы и рекомендации диссертационного исследования Рыжих Владислава Дмитриевича

подтверждают научную новизну, высокую степень обоснованности и достоверности.

4. Научная новизна диссертационной работы

Автором при проведении научных исследований разработана феноменологическая модель управления составом и структурой твердеющей минеральной закладочной системы, состоящей из разработанного гранулированного заполнителя, композиционного вяжущего, доменного гранулированного шлака и воды на всех этапах жизненного цикла объекта исследований (формулирование требований по качеству объекта исследований, подготовка (изготовление) элементов, оптимизация состава, структурообразование и проверка технических (эксплуатационных) свойств конечной продукции. Научное обоснование на разных этапах научно-исследовательской работы выбора и рациональный подбор компонентов системы, технологии механоактивации вяжущих обеспечило получение закладочных смесей с пределом прочности при сжатии от 11,9 до 25,8 МПа.

Разработка научно обоснованных технологических решений изготовления: закладочных смесей с требуемыми физико-механическими характеристиками, обеспечивается установлением оптимальных режимов:

- механоактивации портландцемента и шлака доменного гранулированного в роторной шаровой мельнице и получения композиционных вяжущих;
- гранулирования заполнителя методом экструзионного формования в шнековом грануляторе смеси из мелкого кварцевого песка и вяжущей композиции, полученной путем механоактивации портландцемента и мелкого кварцевого песка в вихревой струйной мельнице;
- влияния количественного соотношения компонентов в системе на физико-механические характеристики закладочных смесей. Установленные зависимости позволяют сформировать необходимые соотношения компонентов системы для обеспечения требуемых технологических характеристик закладочных твердеющих смесей.

Предложена модель структурообразования и повышения прочности разработанных закладочных твердеющих смесей в массиве, в которых гранулированные заполнители формируют каркас и обеспечивают прочность закладочного массива, а механоактивированные композиционные вяжущие в совокупности усиливают каркас образованием матрицы из плотной кристаллической структуры.

Совместная механоактивация портландцемента и песка в вихревой струйной мельнице при изготовлении гранулированных заполнителей, способствует аморфизации верхнего слоя частиц кремнеземного компонента, благодаря чему он выступает в качестве центров кристаллизации. В связи с этим, в контактных зонах закладочных массивов с рудным телом и в связи с повышенной удельной поверхностью компонентов вяжущего ускоряются физико-химические процессы гидратации, увеличивается количество гидратных фаз, что способствует возрастанию прочности создаваемого массива в выработанном пространстве.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов исследований

В диссертации развиваются теоретические представления и получены новые знания о процессах механоактивации компонентов композиционных вяжущих при

совместном измельчении в различных механических агрегатах и установлении закономерностей структурообразования гранулированных заполнителей и закладочных смесей с их использованием для обеспечения требуемых характеристик закладочного массива разрабатываемых месторождений.

На основе мелкодисперсных кварцевых песков и портландцемента установлены оптимальные процессы совместного измельчения в вихревой струйной мельнице и получения вяжущих композиций с требуемыми характеристиками при твердении. Экструзионным формованием в шнековом грануляторе получены заполнители с использованием разработанных вяжущих композиций и мелкодисперсных кварцевых песков фр. $\leq 0,16$ мм, $\leq 0,315$ мм, $\leq 0,63$ мм. Установлено, что гранулированные заполнители усиливают закладочный массив, участвуя в сопротивлении возникающим напряжениям при воздействии на массив рудных тел и сохраняя земную поверхность.

Разработаны композиционные вяжущие на основе портландцемента и шлака доменного гранулированного, обладающие прочностью при сжатии 60,1 МПа и средней плотностью 1640 кг/м³. Установлено, что помол в роторной шаровой мельнице в течение 15 мин позволяет получать высокодисперсный материал с удельной поверхностью свыше 900 м²/кг и высокой активностью при структурообразовании.

Получена большая номенклатура компонентных составов закладочных твердеющих смесей с наибольшими прочностями при сжатии 25,8 МПа и при изгибе 3,6 МПа в возрасте 28 сут. Разработана технологическая схема производства закладочных смесей с требуемыми свойствами.

Разработаны технические условия и технологические регламенты на гранулированные заполнители, композиционные вяжущие и закладочные смеси. Проведены опытно-промышленные испытания разработанных гранулированных заполнителей, композиционных вяжущих и закладочных смесей, результаты которых подтвердили достоверность научных результатов исследований и практических рекомендаций в диссертации. Диссертационная работа заслушана на заседании научно-технического совета ОАО «ВИОГЕМ» (№4 от 27 октября 2023 года). При обсуждении диссертационной работы было высказано, что результаты исследований представляют значительный практический интерес и рекомендуются для широкого внедрения при разработке проектных решений по закладочным работам в подземных горных выработках.

Рассчитана экономическая эффективность от внедрения предложенной технологии приготовления закладочных твердеющих смесей, состоящих из гранулированных заполнителей и композиционных вяжущих на основе местного сырья и побочных продуктов переработки извлекаемой руды. Достигнута экономия портландцемента при изготовлении закладочной твердеющей смеси разработанного состава.

6. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Изложенные положения базируются: на общепринятых понятиях строительного материаловедения, физики, химии, математики и использовании научных данных по исследованиям активности, гранулометрии, химического и минералогического составов, физико-механических показателей при получении

гранулированных заполнителей, композиционных вяжущих и закладочных смесей; а также механизме их структурообразования; современных методах исследований с применением высокотехнологического аттестованного оборудования, а именно лазерной гранулометрии, РФА, оптической и растровой электронной микроскопии. Сформулированные теоретические гипотезы согласуются с экспериментальными данными, полученными при исследованиях, в том числе, с результатами, полученными другими авторами.

7. Оценка публикаций автора

По материалам диссертационной работы опубликовано 14 научных статей, в том числе 4 – в российских журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ; 4 – в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science; 6 – в сборниках трудов конференций, получен патент на гранулированный заполнитель для изготовления цементных смесей.

8. Замечания и рекомендации по диссертационной работе:

1. В характеристике применяемых материалов в диссертации (стр. 45) указывается, что в работе использовался портландцемент ЦЕМ 0 ГОСТ 31108-2020 без указания класса по прочности. В этом стандарте указывается, что класс цемента определяется по ГОСТ 30744-2001 на цементных растворах с полифракционным песком и В/Ц 0,5. На этой же странице диссертации приводится, что «основные показатели портландцемента определялись по ГОСТ [101-105]». Под номером 105 в списке литературы ГОСТ 310.4-81, по которому образцы формуют при В/Ц - 0,4 с использованием однофракционного песка и прочность оценивается марками. В таблице 2.1 диссертации приведена активность применяемого портландцемента 52,4 МПа. Какой все же класс цемента применялся при проведении исследований в диссертации, учитывая, что портландцемент поставляется на закладочный комплекс с указанием класса, а не марки?

2. В задачах диссертации указывается необходимость разработать смеси с требуемыми технологическими характеристиками, которые указываются в технологических регламентах на закладочных комплексах. На закладочных комплексах рецептуры смесей указываются на один кубический метр в килограммах или (редко) в литрах, а не в процентах, приведенных в диссертации. Какие требуемые характеристики смесей действующих закладочных комплексов, например, Яковлевского ГОК, к которому привязаны исследования в диссертации, необходимо было улучшить с учетом технико-экономической целесообразности.

3. В диссертации при изготовлении гранулированного заполнителя и вяжущей композиции используется сухой тонкозернистый песок местного месторождения. Однако природный песок поставляется на смесительный комплекс с изменяющейся влажностью. На разработанной технологической схеме отсутствует сушильный барабан для высушивания и оборудование для рассеивания и подготовки фракций песка менее 0,63 мм и менее 0,16 мм к технологическим процессам.

4. При проведении исследований в диссертации используется песок, применяемый в настоящее время для изготовления закладочной смеси на Яковлевском ГОК. Песок практически однофракционный. Содержание фракции

0,16-0,315 мм в песке 86,89 %. По результатам исследований рекомендован состав для изготовления гранулированного заполнителя на песке фракции менее 0,63 мм, а это 97,7 % от массы песка. Отсеиваемые крупные фракции 0,63-5 мм составляют всего 2,24%. Очевидно, что следует провести сравнительные испытания гранулированного заполнителя с песком естественной гранулометрии и по технико-экономическим показателям выбрать вариант для подготовки практических рекомендаций. Это может существенно упростить технологию подготовки песка для изготовления гранулированного заполнителя.

9. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней»

Диссертационная работа В. Д. Рыжих на тему: «Закладочные твердеющие смеси с направленным структурообразованием» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, отражающую результаты исследований автора. Диссертация выполнена самостоятельно на хорошем научном уровне, с использованием современных методов исследований и оборудования, обладает внутренним единством, научной новизной, практической ценностью, а новые научно-обоснованные технологические решения имеют существенное значение в развитии минерально-сырьевой базы России и ресурсообеспечении объектов строительства современными строительными материалами на основе композиционных вяжущих из природного и вторичного сырья. В ней содержатся решения следующих актуальных задач:

- обоснование возможности производства закладочных смесей с требуемыми физико-механическими характеристиками на основе композиционных вяжущих и гранулированных заполнителей, изготовленных методом экструзионного формования в шнековом грануляторе;
- установление закономерностей влияния размеров фракции песка и количества вяжущей композиции на прочность гранулированных заполнителей, а также рецептурных параметров закладочных смесей;
- исследование процессов структурообразования и совместной работы композиционных вяжущих, гранулированных заполнителей и шлаков в составе закладочного массива;
- разработка рецептурно-технологических параметров изготовления закладочных смесей на основе композиционных вяжущих, гранулированных заполнителей и шлаков.
- расширение представлений о структурообразовании композиционных вяжущих, гранулированных заполнителей и закладочных твердеющих смесей. Выводы и рекомендации достаточно обоснованы. Отмеченные замечания не меняют положительного мнения о диссертационной работе в целом.

Диссертационная работа написана в логически-последовательной форме, грамотным русским языком, принятым в научной литературе. Графический материал выполнен на хорошем уровне. Научно обоснованные технологические решения аргументированы и оценены в сравнении с другими известными опубликованными решениями.

Автореферат диссертации соответствует тексту диссертационной работы, а опубликованные статьи отражают содержание представленной работы.

Диссертация Владислава Дмитриевича Рыжих «Закладочные твердеющие смеси с направленным структурообразованием» соответствует требованиям п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. (в действующей редакции Правительства Российской Федерации), предъявляемым к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 «Строительные материалы и изделия», а ее автор Рыжих Владислав Дмитриевич заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 «Строительные материалы и исследования».

Официальный оппонент: советник РААСН, доктор технических наук по специальности 2.1.5, профессор, профессор кафедры «Строительные материалы и технологии» ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», заслуженный работник высшей школы РФ, почетный строитель РФ.

25.04.2024

А.И. Кудяков

Подпись Кудякова Александра Ивановича удостоверяю,
проректор по научной работе, д-р техн. наук

С.В. Ефименко



ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», 634003, г. Томск, пл. Соляная, д. 2, корпус № 6, аудитория 407

Тел. 89138208554

Е-mail: kudyakow@mail.tomsknet.ru