

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СТРОИТЕЛЬСТВА,
ТРАНСПОРТА И АРХИТЕКТУРЫ им. Н. ИСАНОВА

КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Б.Н. ЕЛЬЦИНА

Диссертационный совет Д 05.17.553

На правах рукописи
УДК 624.9

Охунов Зафар Юнусович

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
И МОНТАЖА ТРЕХСЛОЙНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ
ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ**

05.23.05 – Строительные материалы и изделия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Бишкек - 2018

Диссертационная работа выполнена в Таджикском техническом университете им. академика М.С. Осими.

Научный руководитель: член-корр. НАН КР, доктор технических наук, профессор
Мавлянов Абдырахман Субанкулович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор,
Касымова Мариям Токтахуновна,
кандидат технических наук,
Касымов Туратбек Мугалимович

Ведущая организация: Государственный институт сейсмостойкого строительства и инженерного проектирования при Госстрое КР
по адресу: 720020, г. Бишкек, ул. Чокана Валиханова, 2.

Защита состоится «16» марта 2018 г. в 16-00 часов на заседании диссертационного совета Д 05.17.553 при Кыргызском государственном университете строительства, транспорта и архитектуры им. Н.Исанова и Кыргызско-Российском Славянском университете им. Б.Н. Ельцина по адресу: 720020, г. Бишкек, ул. Малдыбаева 34-б., ауд.1/101, www.ksucta.kg.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н.Исанова по адресу: 720020, г. Бишкек, ул. Малдыбаева 34-б.

Автореферат разослан «___» _____ 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 05.17.553,
к.т.н., доцент



Н.Ж. Маданбеков

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. Возросшие требования к зданиям и сооружениям по энергосбережению, предусматривающие поэтапное увеличение термического сопротивления ограждающих конструкций диктуют необходимость усовершенствования существующих и разработки новых строительных материалов, изделий и конструкций, а также технологии их изготовления и монтажа.

Согласно новым требованиям значение требуемого сопротивления теплопередаче R_{req} стеновых ограждающих конструкций с сентября 1995 г. было увеличено в среднем в 2 раза (1 этап) по сравнению с предыдущим требованием, а с января 2000 г. – на 75 % (2 этап). Позже нормативный документ СНиП РТ 23-02-2009 «Тепловая защита зданий» впервые стал регламентировать классы энергетической эффективности зданий в зависимости от значений расчетных комплексных показателей по расходу тепловой энергии на отопление q_h^{des} .

На практике до 30 % вырабатываемых энергоресурсов расходуется на обогрев зданий. В связи с этим повышение уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий является одним из основных факторов энергосбережения и рационального использования топливно-энергетических ресурсов для отопления зданий и, соответственно, снижения техногенных нагрузок топливно-энергетических предприятий на окружающую среду.

Рост стоимости топливно-энергетических ресурсов и введение новых норм по энергосбережению способствовали созданию и применению в строительстве строительных конструкций с гибкими связями и утеплителем из полимерных материалов. Одним из таких энергоэффективных ограждающих конструкций, в которых одновременно сочетаются несущие и теплозащитные свойства являются «Трехслойные строительные изделия и конструкции» (ТСК), состоящие из пенополистирольного утеплителя и наружных оболочек из торкретбетона, которые соединены между собой арматурными стержнями и армированы сварными сетками. В настоящее время ТСК находит все более широкое применение в крупнопанельном строительстве.

Однако, недостатками вышеуказанного ТСК являются: естественная деструкция и недолговечность пенополистирольных утеплителей. Кроме этого, к бетонам для ТСК предъявляются жесткие требования по газо-, водо- и паронепроницаемости, т.к. пенополистирольный утеплитель, расположенный между бетонными оболочками могут разрушаться под действием не только внутренних (деструкции), но и внешних факторов (действие жидких агрессивных сред, атмосферные воздействия, влажность и т.д.).

Бетон представляет собой капиллярно-пористый композиционный материал. В капиллярных порах возможны различные перемещения влаги, обусловленные действием диффузионно-осмотических и капиллярных сил, что является причиной не только разрушения бетона и арматуры, но и отрицательно действует на пенополистирольный утеплитель, находящийся в непосредственном контакте с бетоном. При длительном воздействии внешних

факторов происходит изменение структуры пенополистирола, и вследствие этого ухудшаются его теплофизические свойства. Увеличение плотности и непроницаемости бетона способствует увеличению долговечности и энергоэффективности ТСК.

Исходя из вышеизложенного, настоящая работа направлена на: исследование и разработку пенополистирольных плит с улучшенными техническими свойствами; разработку состава торкретбетона с высокой газо-, водо- и паронепроницаемости; усовершенствование технологии изготовления и монтажа ТСК.

Целью диссертационной работы является разработка технологии производства легких изделий и конструкций для обеспечения и повышения энергоэффективности зданий и сооружений.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- исследование получения торкретбетона повышенной прочности, газо-, водо- и паронепроницаемости на основе местных материалов;
- разработка технологии производства пенополистирольных плит с низкой плотностью и долговечностью;
- разработка новой ТСК повышенной жесткости;
- разработка конструкции узлов креплений и технологии монтажа ТСК;
- технико-экономическое обоснование эффективности строительства зданий и сооружений с использованием ТСК.

Достоверность научных положений, рекомендаций и выводов, предложенных в работе, подтверждены теоретическими и экспериментальными исследованиями, выполненными с применением современных методов и технических средств, а также положительными практическими результатами внедрения теоретических положений.

Научная новизна полученных результатов работы заключается в следующем:

- разработан и оптимизирован состав торкретбетона с повышенной газо-, водо-, и паронепроницаемостью используемой в качестве бетонных оболочек ТСК;
- усовершенствована технология получения пенополистирольных плит низкой плотностью (10 кг/м^3) и долговечностью;
- разработана новая технология производства ТСК горизонтальным способом;
- разработаны конструкции узлов крепления и технология монтажа ТСК;
- разработана методика расчета изгибаемых элементов, работающих на продольный изгиб ТСК.

Практическая значимость полученных результатов:

- внедрена новая технология вспучивания пенополистирольных гранул и технологии производства пенополистирольных плит плотностью 10 кг/м^3 ;
- разработаны Технические условия «Элементы сборные и сборно-монолитные железобетонные трехслойной строительной конструкции стен и перекрытий с пространственным армированием» ШТ 5800 ЧТ 10326441-001-

2013 (утвержден Агентством по строительству и архитектуре при Правительстве Республики Таджикистан, Душанбе, 2013г.);

- разработано «Руководство по расчету и проектированию «Трехслойной строительной конструкции» (утвержден Агентством по строительству и архитектуре при Правительстве Республики Таджикистан, ГУП «НИИ строительства и архитектуры», ООО «Тиниал», Душанбе, 2013г.);

- разработаны «Узлы стен жилых и общественных зданий, возводимых в районах сейсмичностью 8 и 9 баллов», Серия ВТУ – ТСК.Т в1, Вып.1. «ТСК панели для наружных, внутренних стен и плит перекрытия» (утвержден Агентством по архитектуре и строительству при Правительстве Республики Таджикистан, Душанбе, 2013г.);

- разработано «Руководство по установке «Трехслойной строительной конструкции» (утвержден Агентством по строительству и архитектуре при Правительстве Республики Таджикистан, Душанбе, 2013г.);

Результаты диссертационной работы внедрены:

- при наладке технологии получения пенополистирольной плиты плотностью 10 кг/м³;

- при технологии производства трехслойных строительных конструкций горизонтальным способом;

- при строительстве объектов Управления капитального строительства Согдийской области Республики Таджикистан:

1. Президентский детский сад в г. Худжанд;
2. Плавательный бассейн в г. Худжанд;
3. Дворец спорта в г. Худжанд;
4. Спортивный комплекс в г. Гафуров;
5. Спортивные залы в средних школах Согдийской области;
6. Спортивный комплекс «Далерон» в г. Истаравшан;
7. Спортивный комплекс «Шохин» в г. Кайраккум.

- при строительстве учебного корпуса Политехнического института Таджикского технического университета им. М.С. Осими в г. Худжанд;

- при строительстве многоэтажных жилых домов в г. Душанбе по улицам: Маяковского 89, Нусратулло Махсум 56, Хисори 42/5, Борбад 64/3.

Экономическая значимость полученных результатов. Экономический эффект от внедрения предлагаемой трехслойной строительной конструкции заключается в следующем:

- энергоэффективность ограждающих конструкций увеличивается в 2 раза;

- снижение расчетной сейсмической нагрузки до 50 %;

- общая стоимость строительно-монтажных работ здания снижается на 1,2-2 раза;

- сокращается срок строительства объектов в 1,5 раза.

Экономический эффект подтвержден актами внедрения.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- состав бетонной смеси используемой в качестве бетонных оболочек ТСК;

- технология получения пенополистирольных плит плотностью 10 кг/м³;
- технология производства ТСК горизонтальным способом;
- разработанные конструкции узлов креплений ТСК;
- технико-экономическое обоснование эффективности строительства зданий и сооружений с использованием ТСК.

Личный вклад соискателя.

Личное непосредственное участие автора диссертации в научно-исследовательских, экспериментальных работах и при производстве позволило предложить промышленности эффективную работоспособную технологию вспучивания гранул из полистирола и производства ТСК и конструкций для быстровозводимых зданий. Результаты исследований внедрены в производство при личном участии автора, разработаны нормативные документы и внесены в действие Агентством по строительству и архитектуре при Правительстве Республики Таджикистан.

Апробации результатов диссертации. Основные положения и результаты диссертационной работы были доложены:

- в Республиканской научной конференции «Современные проблемы энергоэффективности в строительстве», ПИТТУ, г. Худжанд, 2013 г.;
- в X Российской национальной конференции по сейсмостойкой безопасности сооружений и городов и сейсмическому районированию, г. Сочи, 2013 г.;
- в научно-практической конференции организованной Комитетом по архитектуре и строительству Республики Таджикистан «Эффективность применения трехслойной строительной конструкции в строительстве», г. Душанбе, 2014 г.;
- в Международной научно-практической конференции «Строительное образование и наука Кыргызстана: перспективы интеграции, инновации и партнерства», г. Бишкек, 2014 г.;
- в Международной научно-практической конференции «Современные высокотехнологичные строительные материалы», г. Душанбе, 2015 г.;
- в Республиканской научной конференции «Проблемы строительства многоэтажных плотных застроек», ПИТТУ, г. Худжанд, 2015 г.;
- в Международной научно-практической конференции-конкурсе научных докладов студентов и молодых ученых «Инновационные технологии и передовые решения», г. Бишкек, 2015 г.;
- в Международной межвузовской научно-практической конференции-конкурса научных докладов студентов и молодых ученых «Инновационные технологии и передовые решения», г. Бишкек, 2016 г.;
- в Международной научной конференции «Рахматулинские-Ормонбековские чтения», г. Бишкек, 2017 г.;
- в Республиканской научно-практической конференции «Повешение сейсмической безопасности городов и населенных пунктов», г. Душанбе, 2017 г.

Полнота отражения результатов диссертации в публикациях.

По результатам исследования автора разработаны 4 нормативные документы, которые утверждены Агентством по строительству и архитектуре

при Правительстве Республики Таджикистан. По материалам диссертации имеются 13 публикаций, 9 напечатаны в изданиях, рекомендованных ВАК Кыргызской Республики.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, списка использованной литературы. Объем работы составляет 153 страницы, 25 таблиц, 66 рисунков, 2 приложений; библиография содержит 125 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении сформулирована актуальность и необходимость проведения данного исследования. Поставлена цель работы и определены основные задачи исследований, показана научная новизна, практическая и экономическая значимость полученных результатов, основные положения диссертации, выносимые на защиту, ее краткое содержание и апробация работы.

В первой главе приводится анализ современного состояния изучаемой проблемы, изложены современные представления об энерго- и ресурсосбережения вследствие постоянно растущей рыночной стоимости электроэнергии, экологических проблем, связанных с ее производством и общей ограниченностью ресурсов. Рассмотрены вопросы, поэтапного перехода к новым требованиям по теплозащите наружных ограждающих конструкций, начиная с 1995 по настоящее время.

В настоящее время наиболее распространенным решением наружных ограждений зданий являются многослойные конструкции с высокоэффективными утеплителями. Современный анализ строительного рынка показывает, что наиболее широкое применение среди всех теплоизоляционных материалов получили изделия из минеральной и стеклянной ваты, а также пенополистирольные плиты. В работе показано, что суммарная доля пенополистирольных материалов составляет более 20 % от общего объема потребления теплоизоляционных материалов в Республике Таджикистан.

Из приведенного обзора литературных данных следует, что пенополистирольные плиты имеют ряд преимуществ по сравнению с той же минеральной ватой. Он эффективнее по теплоизоляционным свойствам, имеет более низкий вес, но обладают рядом недостатков, к которым относят: пожароопасность, токсичность и недолговечность. При этом, следует отметить общемировую тенденцию увеличения объемов потребления пенополистирольных материалов в строительстве.

Рассмотрены проблемы разрушения пенополистирола под действием внутренних (естественная деструкция полимера) и внешних факторов (действие жидких агрессивных сред и влажность). Для защиты пенополистирола от представленных возможных опасностей требуется разработать конструктивное решение, обеспечивающее минимизацию действий внешних факторов на пенополистирол. Одним из решений является применение ТСК, в котором пенополистирольный утеплитель бетонируется с двух сторон, обеспечивая надежную изоляцию от действий внешних факторов. Однако, необходимо

отметить, что бетон относится к капиллярно-пористым материалам. Капиллярная пористость образуются в результате внутреннего водоотделения при седиментации цементного теста или неравномерных усадочных напряжений в цементном камне. Проникновение в поры бетона воды и агрессивных веществ, дальнейшая их фильтрация по микропорам в местах контактов цементного камня и заполнителей отрицательно действуют как на бетон и арматурные каркасы, так и на утеплителей, т.к. пенополистирольная плита находится в непосредственном контакте с бетоном. При длительном воздействии внешних факторов происходит изменение структуры пенополистирола, и вследствие этого ухудшаются его теплофизические свойства.

Дается вывод о разработке пенополистирольных плит с улучшенными техническими свойствами и состава торкретбетона с высокой газо-, водо- и паронепроницаемостью.

Во второй главе даны методики исследования и применяемые материалы. Показано, что для исследования и анализа свойств, состава материалов и разработанных на их основе бетонов использованы современные инструментальные методы исследований и установленные стандартами методики определения характеристик смесей и готовых материалов и изделий.

Третья глава посвящена исследованию и разработке пенополистирольных плит низкой плотностью и торкретбетона с высокой водонепроницаемости для изготовления ТСК. Приведены исследования по оптимизации состава бетонной смеси для торкретирования с применением химической добавки СП-3. Исследования проводились на портландцементе ГУП «Таджикцемент» ПЦ 400-Д0, заполнителе – гранитный песок, фракцией до 4 мм. Для исследования была взята добавка СП-3 в количестве от 0,3% до 1,0%. Состав и прочностные свойства бетонных смесей без добавки и с добавкой СП-3 приведены в табл.1. В табл.2 представлены средние значения определения водонепроницаемости бетонных образцов.

Таблица 1 - Состав и прочностные свойства бетонных смесей без добавки и с добавкой СП-3

Бетонная смесь	Состав бетонной смеси	Кол-во добавки СП-3, % от массы цемента	Возраст бетона, сут.	Предел прочности при сжатии, МПа
№1	Цемент - 300 кг/м ³ , Песок – 1750 кг/м ³ , Вода – 130 л/м ³	0	3	21,5
			7	25,2
			28	32,6
№2		0,3	3	29,3
			7	34,8
			28	36,1
№3		0,5	3	32,3
			7	35,9
			28	40,0
№4		0,8	3	27,4
			7	30,7
			28	34,3
№5		1,0	3	23,1
			7	24,0
			28	29,5

Экспериментальными исследованиями установлено, что торкретбетон повышенной прочности при сжатии и водонепроницаемости получены из местных сырьевых материалов путем введения добавки СП-3 в количестве 0,3-0,8 % от массы цемента. Из табл. 1 и 2 видно, что прочность при сжатии и водонепроницаемость образцов №2, №3 и №4 выше, чем образцы №1 (без добавки СП-3) и №5 (повышенное содержание СП-3). Образцы торкретбетона №2, №3 и №4 показали высокую морозостойкость и низкую водопоглощение.

Таблица 2 - Средние значения по водонепроницаемости бетонных образцов

Бетонная смесь	Средняя высота капиллярного поднятия (h_0), м	Водонепроницаемость, атм	Марка по водонепроницаемости, W	Водопоглощение по массе, W_m , %
№1	0,024	5,5	4	7,1
№2	0,017	11,5	10	4,4
№3	0,016	12,0	10	4,1
№4	0,019	10,7	10	4,9
№5	0,029	4,1	4	7,9

Теоретически обоснована и экспериментально установлена возможность изготовления пенополистирольных плит плотностью 10 кг/м^3 с требуемыми техническими характеристиками. Даны результаты по разработке новой технологии вспучивания пенополистирольных гранул. Физико-технические характеристики пенополистирольных плит плотностью 10 кг/м^3 полученных по разработанной технологии показаны в табл.3.

Таблица 3 - Физико-технические характеристики пенополистирольных плит 10 кг/м^3

Номер образца	Плотность, кг/м^3	Прочность на сжатие при 10% лин. деформ., МПа	Предел прочности при растяжении, кПа	Водопоглощение (по объему), %, за 24 часа	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)
1	10	0,07-0,08	150-200	1,5	0,036
2	10	0,06-0,07	100-150	3,5	0,036

Примечания: - 1 – образец пенополистирольной плиты изготовленной ООО «Тиниал» (г.Душанбе) на разработанной нами технологии производства;

- 2 – то же, находившийся в эксплуатации в течение нескольких лет в качестве наружной теплоизоляции жилых домов в г.Душанбе;

Исследование структуры пенополистирольных плит полученных по разработанной технологии показали (табл.3), что со временем целостность ребер ячеек пенополистирола нарушаются незначительно. Электронные фотографии структуры образцов 1 и 2 с оптическим увеличением в 140 раз приведены на рис.1.

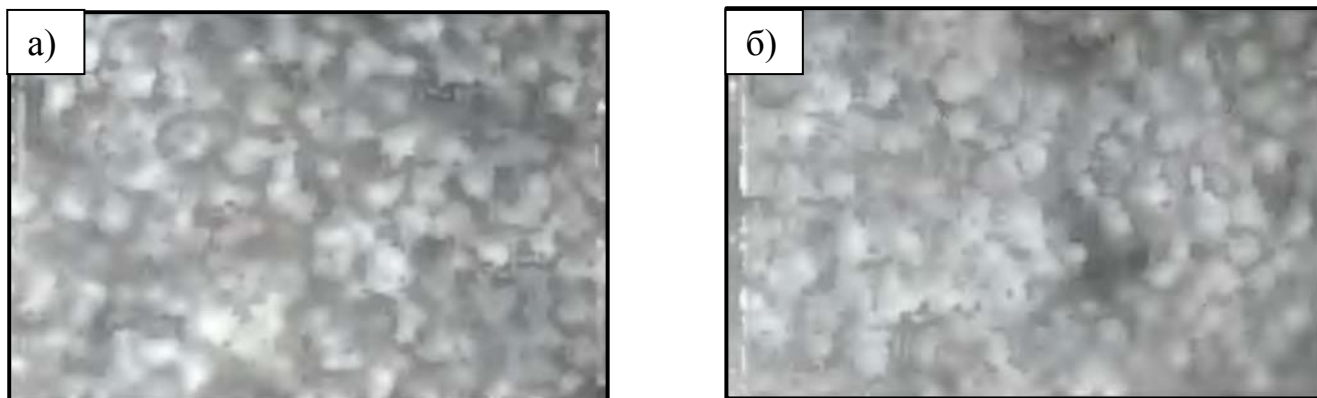


Рис.1. Электронные фотографии структуры: (а) – пенополистирольная плита плотностью 10 кг/м^3 изготовленная ООО «Тиниал» (г.Душанбе) на разработанной технологии производства; (б) – пенополистирольная плита плотностью 10 кг/м^3 после длительной эксплуатации.

Приводятся данные по определению основных характеристик пенополистирольных плит: плотность, прочность на сжатие при 10% линейной деформации, предел прочности при растяжении, водопоглощение, теплопроводность и долговечность. Для исследования были отобраны образцы пенополистирольной плиты плотностью 10 кг/м^3 изготовленные ООО «Тиниал» (г.Душанбе) по разработанной технологии, и для сравнения, образцы пенополистирольной плиты плотностью 15 кг/м^3 полученные по стандартной технологии. Долговечность исследовалась на вышеуказанных пенополистирольных плитах, находившихся в эксплуатации в течение 20 лет в качестве наружной теплоизоляции жилых домов в г.Душанбе.

Исследованиями установлено, что пенополистирольная плита плотностью 10 кг/м^3 изготовленная по разработанной новой технологии вспучивания гранул пенополистирола, не уступает по физико-техническим свойствам пенополистирольной плите плотностью 15 кг/м^3 полученной по стандартной технологии.

При длительной эксплуатации наибольшее разрушение целостности ребер ячеек пенополистирола наблюдаются у образцов пенополистирольных плит плотностью 15 кг/м^3 , а целостность ребер ячеек пенополистирола 10 кг/м^3 полученный по разработанной технологии нарушаются незначительно (рис.1). Разрушение целостности ребер ячеек пенополистирола вызваны в основном действием таких внешних факторов как: солнечное излучение; атмосферные осадки и естественная влажность воздуха, а также влияние влаги, содержащаяся в материалах (керамика, бетон, древесина и т.д.), находящихся в непосредственном контакте с пенополистирольной плитой.

В связи с вышесказанным технология утепления ограждающих конструкций зданий и сооружений пенополистирольными плитами должна предусматривать устройство по изоляции пенополистирола от внешних факторов, таких как: попадание прямого солнечного света, атмосферных воздействий, а также эксплуатации пенополистирольных плит с другими разнородными материалами с низкой водопроницаемости.

Разработан станок для вспучивания гранул пенополистирола, состоящий из паропроизводителя с подачей на технологическую линию набухания пенополистирольных зерен. Набухшие зерна увеличиваются до 70 раз при помощи усовершенствованных технологий. Показана, что плотность полученных пенополистирольных плит составляет 10 кг/м^3 и подтверждается проведенными испытаниями, в то время как на стандартном оборудовании можно получить пенополистирольные плиты от 15 кг/м^3 .

Отличие разработанного технологического процесса от существующей технологии является в двойном вспенивании пенополистирольных зерен. Первичное вспенивание происходит до объемного веса 15 кг/м^3 , вторичное – до объемов 6 кг/м^3 . При изготовлении блок необходимо выдерживать блокформу с постоянным давлением пара в течение 10 минут. При этом все зерна прилипают между собой и крошение при объемном весе 10 кг/м^3 не происходит. Недостатком существующих технологий - выдержка под давлением пара до 20 секунд.

В четвертой главе приведены результаты разработки технологии производства ТСК двойным бетонным покрытием горизонтальным способом. Элементы ТСК, изготавливаемые на заводе для перекрытий и стен, имеют различную конструкцию и требования к бетонированию. Применение стен, изготовленных на заводских условиях, имеет смысл только, если на обе стороны стены наносится полный слой бетона. Кроме того, необходимо уложить более толстый слой бетона на внутреннюю часть наружных стен, в силу требований, предъявляемых к системе, использующей перекрытия, изготовленные на заводе.

Разработанные с низкой плотностью пенополистирольные плиты использованы при разработке технологии изготовления энергоэффективных ТСК. ТСК состоит из пенополистирольного утеплителя толщиной 40-100 мм, двух параллельных листов покрывающей арматурной сетки и наклоненной в диагональном направлении арматуры-раскосов, приваренных к стержням покрывающих сеток с противоположных сторон. Стержни диагональной арматуры, которые пронизывают пенополистирольный утеплитель, необходимо оцинковывать из-за возможного риска коррозии. Если торкретбетон обладает достаточной толщиной, то покрывающую сетку оцинковывать необязательно.

Торкретбетон наносится на стены или на нижнюю сторону плиты после окончательного возведения стены или плитной панели. В большинстве случаев это делается посредством бетононасоса поскольку ручное нанесение торкретбетона требует больших временных затрат.

Торкретбетон всегда наносится в 2 или 3 слоя. Первый слой дает изделию и конструкции необходимую прочность, чтобы воспринимать нагрузку во время строительства. Таким образом, если забетонировать верхнюю панель - возможно продолжение возведения стен на этаж выше. Следующий слой, по меньшей мере, 2 см толщиной (измеряется до панельной арматурной сетки). Этот слой торкретбетона разравнивается вручную, чтобы избежать неровностей, но в то же время оставить его грубым.

При нанесении сухосмешанного торкретбетона полезно нанести первый, более толстый слой, чтобы ограничить второй толщиной 10-15мм. В этом случае второй слой служит только для создания гладкой поверхности. В основном, сухосмешанный торкретбетон не должен подвергаться повторной обработке. Потому последний слой изготавливать таким способом не советуется.

Установлена минимальная толщина торкретбетонного покрытия ТСК, которая составляет 50-60 мм. Торкретбетон, наносимый с обеих сторон, выполняет следующие функции: воспринимает сжимающие усилия и защищает арматуру от коррозии.

Рассмотрены компоненты ТСК в соответствии с различными стандартами, приведены примеры и подчеркнуты особенности системы ТСК.

Компоненты ТСК – это тонкостенные, железобетонные оболочки, которые передают основные усилия сжатия и сдвига на плоскость стены (рис.2). Сопротивление перпендикулярному плоскости стены поперечному изгибу ограничено. Поэтому здания, возводимые с применением ТСК, состояются наподобие коробков, где элементы ТСК соединяются друг с другом таким образом, что швы между плитой и стеной или между стенами не передают или передают незначительные изгибающие моменты. Однако для увеличения сопротивления изгибу часто применяется жесткое соединение отдельных плит в целях образования сплошной пространственной системы плит.

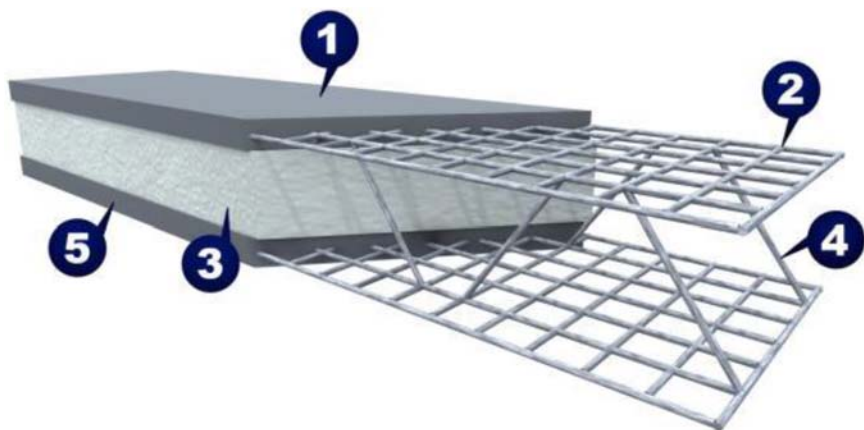


Рис.2. Сечение стены ТСК:

1 – сжатая зона оболочки; 2 – плоско-параллельная сетка; 3 – диагональные раскосы; 4 – пенополистирольный наполнитель; 5 – растянутая зона оболочки.

Горизонтальные ветровые или сейсмические воздействия, оказывающие на здания из ТСК, активно поглощаются поперечными стенами жесткости ТСК (рис.3). При этом должно быть обеспечено соответствующее «коробковое» заполнение зданий стеновыми ТСК в направлениях осей X и Y. Рамное проектирование ТСК зданий допускается в отдельном ряде случаев, но не рекомендуется к применению.

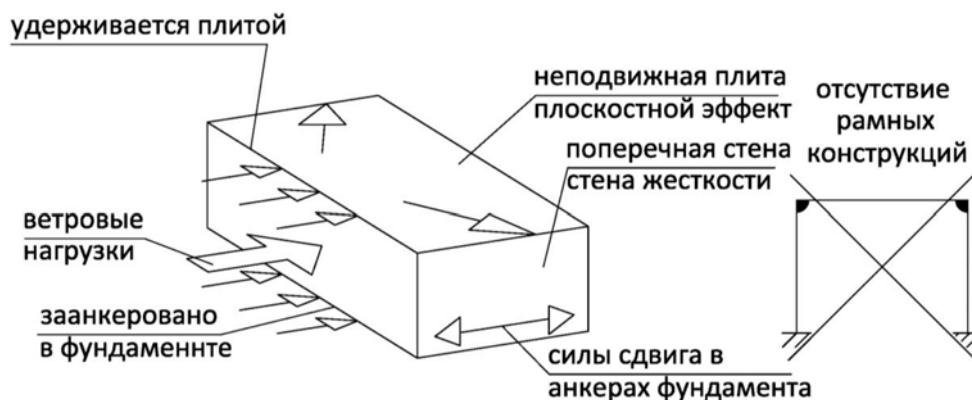


Рис.3. Передача горизонтальных нагрузок

В системе ТСК применяются армированные в одном направлении плиты, поэтому в поперечном направлении ТСК могут поглощать только небольшие сдвигающие усилия и, соответственно, очень небольшие моменты сил (рис.4). ТСК с армированием в одном направлении могут рассчитываться в случае их непрерывного соединения как сплошные балки с постоянным поперечным сечением.

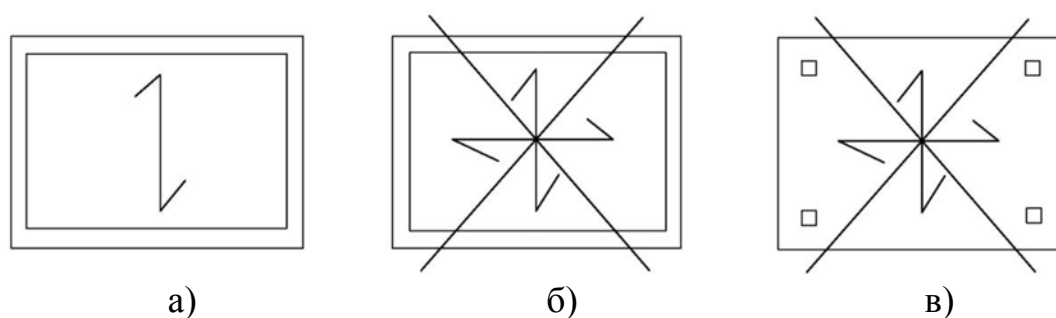


Рис.4. Типы плит:

а – плита с армированием в одном направлении; б – плита с армированием в двух направлениях; в – плоская плита.

Длина опирания перекрытий не должна быть по возможности менее 10-12 см. Предпочтительно выполнять всю опорную часть стен на заводе сборного железобетона. Затем стены должны быть перевезены на строительную площадку в виде единого монолита. Для облегчения транспортировки возможная длина такого элемента должна быть ограничена в пределах 12-14 м. Однако, в этом случае, стена, изготовленная из обычного бетона должна быть очень тяжелой. Следовательно, лучше всего использовать легкий бетон. При соответствующей толщине бетона можно компенсировать более низкую прочность облегченного бетона.

Легкий бетон имеет более низкое качество, чем торкретбетон. Так газовый и пенный бетон часто имеет марку от 5 до 10 Н/мм². В таком случае стена всегда должна быть рассчитана как простая бетонная стена. Для торкретбетона меньшего качества (до 10Н/мм²) фактор безопасности на 0,5% выше, нежели фактор безопасности для бетона марки В15 или выше. В таком случае, рекомендуется применять коэффициент безопасности 3,5. Ограничения

на использование легкого бетона, определенные в местных стандартах, должны учитываться отдельно.

Несущие стены должны соединяться болтами или другими приспособлениями для обеспечения жесткости их крепления (рис.5). Во время установки необходимо оставлять углубления для стеновых элементов. Углубления необходимо заливать бетоном после установки стен. Это должно обеспечить прочность стеновых соединений. Для легких внутренних стен достаточно предусмотреть пазы в стеновых элементах. Дополнительное соединение при помощи болтов необходимо, если жесткая стена должна отвечать специальным требованиям.



Рис.5. Возможности соединений для стен, изготовленных на заводе (План стены первого этажа)

Несущая способность стен с двойным покрытием, изготовленным из торкретбетона марки В5,0 рассматривается на рис.6. В целях эксплуатации и обеспечения защиты от коррозии внешнее бетонное покрытие должно иметь минимальную толщину 6 см.



Рис.6. Конструкция трехмерной стены, изготовленной на заводе из легкого бетона (сечение)

Перекрытия изготавливаются полностью или частично на заводе сборного железобетона и окончательно бетонируются на строительной площадке. Верхняя часть перекрытия бетонируется на площадке для обеспечения необходимого распределения нагрузки в продольном направлении. Бетонирование нижней части перекрытия делается на заводе полностью или частично. Либо укладывается полный слой бетона на нижнюю часть (рис.7,

левая сторона), либо поверхность перекрытия торкретируется позднее (рис.7, правая сторона). Второй вариант может легко выполняться на строительной площадке даже без применения крана. Сначала панели устанавливаются на край плиты верхней частью вниз. Затем укладывается первый слой бетона толщиной приблизительно 3см. Спустя один день можно вручную перевернуть панели.

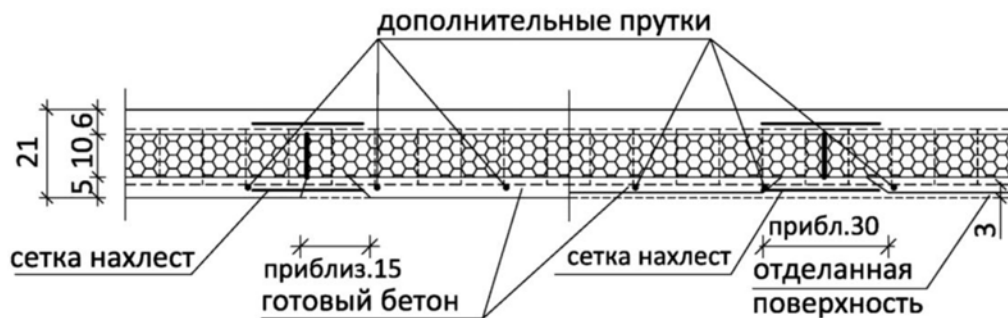


Рис.7. Панели перекрытий частично бетонированные на заводе с нижней стороны

Однако если разрывающие силы значительно превышают допустимую прочность, то потребуются другие решения. Такие решения подразумевают применение фермы вдоль всей длины перекрытия (рис.8).

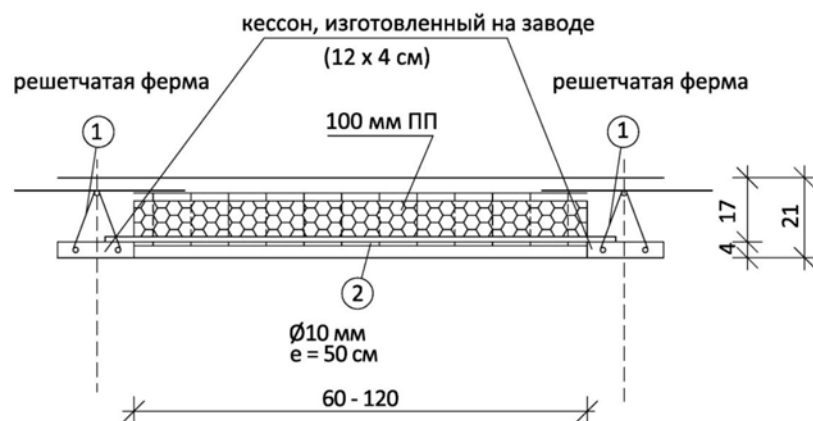


Рис.8. Решетчатые фермы с бетонным кессоном, изготовленным на заводе

Такая ферма должна иметь не только значительную прочность на разрыв, но и усиление прочности на растяжение в нижней части. По экономическим причинам рекомендуется применять решетчатую ферму, изготовленную на заводе.

При использовании решетчатых ферм с 2 диагональными стержнями, допустимая прочность на разрыв рассчитывается на основании того, что распорка (откос) в бетоне наклонен под углом 45°:

$$V = 2 \cdot \frac{a_s \cdot f_y \cdot z}{1.75} \cdot (\sin \alpha + \cos \alpha), \quad (1)$$

где, a_s - площадь поперечного сечения диагоналей на метр; z - плечо внутренних сил; приблизительно 95% от рабочей высоты; 1,75 - общий коэффициент безопасности.

В любом случае, бетонная распорка (раскос) может быть проверена на касательное напряжение τ :

$$\tau = \frac{\Delta V}{b_0 \cdot z} \leq \tau_{03}, \quad (2)$$

где, ΔV - сила разрыва без применения панели; b_0 - ширина поперечного сечения бетона. Для решетчатой фермы это соответствует ширине между панелями около 10-12 см.

Напряжение на разрыв не должно превышать величину τ_{03} .

В плитах перекрытий с рабочим пролетом выше 6 метров необходимо вставлять поперечное ребро жесткости в середине пролета. Рекомендуется устанавливать одно дополнительное ребро на каждые 1,5 метра. Армирование этого ребра (верх и низ) должно соответствовать приблизительно армированию решетчатой фермы, включая дополнительное армирование и должно перекрывать всю ширину плиты. ППС в месте ребра жесткости вынимается.

В работе усовершенствована технология возведения зданий из ТСК (рис.9). Рассмотрены технология возведения стены с наличием арматурных выпусков из фундамента диаметром 10 мм с шагом около 50 см и возможные варианты возведения стен без соединительных выпусков. Показано, что могут использоваться, например, U-образные металлические профили, по ширине совпадающие с толщиной пенополистирольного утеплителя, которые крепятся к телу фундамента при помощи специальных болтов. Для такого случая подходят профили минимальной высотой 30 мм из стали толщиной 0,6 - 0,8 мм. При этом рекомендуется использовать в углах стен небольшие куски соединительной сетки (например, 30×30см). Соединительная сетка L-формы закрепляется под U-образным профилем.



Рис.9. Технология монтажа стены

Так как, стеновая панель ТСК без бетона практически не может нести вертикальную нагрузку, все монтажные нагрузки от плиты должны выдерживаться временными подпорками. Плита не должна лежать прямо на

панельных стенах. Несущая способность стандартной панели на изгиб (100мм ППС, сетка диаметром 3мм, 200 диагоналей диаметром 3,8мм/м²) определена испытаниями и принимается исходя из следующей величины

$$M_{ADM}=3,0 \text{ кНм/м} \quad (3)$$

Отсюда можно рассчитать следующие приемлемые изгибающие моменты для других типов панелей (табл.4)

Таблица 4 - Приемлемые моменты изгиба для трехмерных панелей

Моменты	100 диагоналей/м ²	200 диагоналей/м ²
ПП-50	0,50 кНм/м	1,80 кНм/м
ПП-100	0,85 кНм/м	3,00 кНм/м

Экономический эффект при строительстве зданий и сооружений с использованием ТСК показан на табл.5.

Таблица 5 - Экономический эффект при использовании ТСК

№	Наименование объекта	Экономический эффект (тыс.\$)
1	ПИТТУ в г.Худжанд	243
2	Президентский детсад в г.Худжанд	232,5
3	Плавательный бассейн в г.Худжанд	76,4
4	Дворец спорта в г.Худжанд	136,2
5	Спорткомплекс в г.Гафуров	172,3
6	Спортзалы в школах Согд.обл.	358,6
7	Спорткомплекс «Далерон» в г.Истаравшан	162,3
8	Спорткомплекс «Шохин» в г.Кайраккум	224,2
9	Ж/д ул. Маяковский 89 в г.Душанбе	1080
10	Ж/д ул. Нусратулло Махсум 56 в г.Душанбе	93,9
11	Ж/д ул. Хисори 42/5 в г.Душанбе	47,0
12	Ж/д ул. Борбад 64/3 в г.Душанбе	70,4
	ИТОГО	2896,8

ВЫВОДЫ

Основные научные и практические результаты работы заключаются в следующем:

- предложена новая технология вспучивания полистирольных гранул, способствующая получению пенополистирольных плит низкой плотностью.
- для Республики Таджикистан налажена технология изготовления пенополистирольной плиты плотностью 10 кг/м³ по разработанной нами технологии, т.к. существующая технология изготовления предусматривает изготовление пенополистирольных плит плотностью от 15 кг/м³;
- экспериментальными исследованиями оптимизирован состав торкретбетона с высокой газо-, водо- и паронепроницаемости из местных сырьевых материалов используемой в качестве бетонной оболочки ТСК;
- всесторонне изучена ТСК с использованием в качестве утеплителя пенополистирольной плиты плотностью 10 кг/м³.

- разработана технология получения ТСК горизонтальным способом и внедрена в производство;
- на основании экспериментальных исследований разработаны дополнительные детали решетчатых ферм для повышения поперечных ребер жесткости.
- на основе проведенных исследований определены модели изгибаемых элементов ТСК.
- предложена усовершенствованная методика расчета по прочности на изгиб ТСК. При этом сжимающее усилие останется таким же до достижения относительной деформации сжатия значения 3,5%.
- разработаны узлы сопряжения трехмерных элементов стен в виде балок и балок–стенки.
- разработаны «Узлы стен жилых и общественных зданий, возводимых в районах сейсмичностью 8 и 9 баллов», Серия ВТУ – ТСК.Т в1, Вып.1. «ТСК панели для наружных, внутренних стен и плит перекрытия» и «Руководство по расчету и проектированию ТСК панелей».
- расчетно-аналитическим методом определено количество арматурных стальных соединений для перекрытий – 200, для стен – 100шт/м² и оптимизирована бетонная смесь для производства легких трехслойных изделий и конструкций;
- разработано «Руководство по расчету и проектированию «Трехслойной строительной конструкции», утвержден Агентством по строительству и архитектуре при Правительстве Республики Таджикистан, ГУП «НИИ строительства и архитектуры», ООО «Тиниал», Душанбе, 2013г.;
- разработаны Технические условия «Элементы сборные и сборно-монолитные железобетонные трехслойной строительной конструкции стен и перекрытий с пространственным армированием» ШТ 5800 ЧТ 10326441-001-2013 и «Руководство по расчету и проектированию «Трехслойной строительной конструкции»;
- разработано «Руководство по установке «Трехслойной строительной конструкции», утвержден Агентством по строительству и архитектуре при Правительстве Республики Таджикистан, Душанбе, 2013г.

Автор выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю – Члену-корреспонденту НАН КР, доктору технических наук, профессору Мавлянову Абдырахман Субанкуловичу за постановку задач, постоянное внимание к работе и обсуждение результатов.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ ТРУДОВ

1. Охунов З.Ю. Оценки уязвимости многоэтажных зданий из мелкоштучных элементов по результатам натурных обследований в г. Душанбе / Д.Р. Рузиев, З.Ю. Охунов // Доклад в X-ой Российской национальной конференции по сейсмостойкому строительству и сейсмическому районированию. – Москва, 2013. – С.139.
2. Охунов З.Ю. Современные легкие конструкции в сейсмостойком строительстве зданий / Д.Р. Рузиев, З.Ю. Охунов // Доклад в X-ой Российской

национальной конференции по сейсмостойкому строительству и сейсмическому районированию. – Москва, 2013. – С.117-118.

3. Охунов З.Ю. Теплофизические свойства трехслойной строительной конструкции [Текст] / А.А. Абдыкалыков, З.Ю. Охунов // Научный и информационный журнал НИИФТПИМ НАН КР «Материаловедение». -№ 4 (7). – Бишкек, 2014. – С.7-11.

4. Охунов З.Ю. Характеристика панелей трехслойной строительной конструкции [Текст] / А.А. Абдыкалыков, З.Ю. Охунов // Вестник КГУСТА им. Н. Исанова. -№ 3 (45). -Т.1. – Бишкек, 2014. – С.10-14.

5. Охунов З.Ю. Повышение сейсмической безопасности в строительстве зданий с применением панелей ТСК [Текст] / З.Ю. Охунов // Вестник КГУСТА им. Н. Исанова. -№ 3 (45). -Т.1. – Бишкек, 2014. – С.14-17.

6. Охунов З.Ю. Учет сейсмических нагрузок при расчетах ТСК-панелей [Текст] /А.А. Абдыкалыков, З.Ю. Охунов// Научный и информационный журнал НИИФТПИМ НАН КР. Материаловедение. № 2 (9). Труды III Международной межвузовской научно-практической конференции-конкурса научных докладов студентов и молодых ученых «Инновационные технологии и передовые решения». – Бишкек, 2015. – С.266-269.

7. Охунов З.Ю. Расчет прогиба ТСК-панелей [Текст] / З.Ю. Охунов, М.З. Охунова // Научный и информационный журнал НИИФТПИМ НАН КР «Материаловедение». -№ 2 (9). Труды III Международной межвузовской научно-практической конференции-конкурса научных докладов студентов и молодых ученых «Инновационные технологии и передовые решения». – Бишкек, 2015. – С.269-272.

8. Охунов З.Ю. Расчет блок и балок-стенок ТСК-панелей [Текст] / А.А. Абдыкалыков, З.Ю. Охунов // Труды Международной научной конференции «Рахматулинские-Ормонбековские чтения», посвященной 70-летию чл.корр. НАН КР, лауреата Госпремии КР по науке и технике, проф. Т.О. Ормонбекова. – Бишкек, 2015. – С.121-126.

9. Охунов З.Ю. Разработка методики расчета трехслойной строительной конструкции на изгиб [Текст] / З.Ю. Охунов // Научный и информационный журнал МУИТ «Наука и инновационные технологии». -№ 1. – Бишкек, 2016. – С.296-301.

10. Охунов З.Ю. Конструирование и строительство быстровозводимых гражданских зданий из трехслойных панелей [Текст] / З.Ю. Охунов // Научный и информационный журнал МУИТ «Наука и инновационные технологии». -№ 1. – Бишкек, 2016. – С.301-305.

11. Охунов З.Ю. Расчет сжатых элементов трехслойной строительной конструкции [Текст] / З.Ю. Охунов // Научный и информационный журнал МУИТ «Наука и инновационные технологии». -№ 3. – Бишкек, 2017. – С.177-181.

12. Охунов З.Ю. Технология изготовления изгибаемых и сжатых элементов легких конструкций [Текст] / А.С. Мавлянов, З.Ю. Охунов // Известия вузов Кыргызстана. -№ 7. – Бишкек, 2017. – С.38-41.

13. Охунов З.Ю. Технология изготовления решетчатых ферм с бетонным кессоном [Текст] / А.С. Мавлянов, З.Ю. Охунов // Известия вузов Кыргызстана. -№ 7. – Бишкек, 2017. – С.42-44.

Охунов Зафар Юнусовичтин «Үч катмарлуу курулуш буюмдары менен конструкцияларын өндүрүү жана монтаждоо технологияларын иштеп чыгуу» деген темадагы 05.23.05 – Курулуш материалдары жана буюмдары адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасын изденип алуу үчүн жазган диссертациялык ишине

КОРУТУНДУ

Түйүндүү сөздөр: энергетикалык натыйжалуулук, бетон аралашмасы, пенополистирол, үч катмарлуу курулуш буюмдар, торкретбетон.

Изилдөөнүн объектиси: көп катмарлуу курулуш буюмдар жана конструкциялар.

Изилдөөнүн максаты: Имараттардын жана курулуштардын энергетикалык натыйжалуулугун камсыздоо жана өнүктүрүү үчүн жеңил курулуш буюмдардын жана конструкциялардын технологиялык линиясын иштеп чыгуу.

Изилдөөнүн методдору: коюлган максаттарды жана милдеттерди чечүү үчүн заманбап ыкмалар жана техникалык каражаттар менен ишке ашырылган, теориялык жана эксперименталдык изилдөөлөрдү камтыган комплекстүү ыкма колдонулган.

Изилдөөнүн натыйжалары жана илимий жаңылыгы: женил көп катмарлуу туруктуу курулуш буюмдарын жана конструкцияларын колдонуу менен курулуш имараттардын энергетикалык натыйжалуулугун жогорулатуунун теориялык негиздери иштелип чыккан.

Пенополистирлик плиталарды өндүрүүнүн жаңы технологиялык линиясы жана үч катмарлуу курулуш конструкциясын горизонталдык түрдө даярдоо иштелип чыккан. Табигый кырсык аймактарында жана оор шарттуу жерлерде имараттарды куруу үчүн бекемдөө түйүндөрү жана үч катмарлуу курулуш конструкцияларын монтаждоо технологиялары иштелип чыккан.

Тышкы таасирлерге туруштук берүүсүн эске алуу менен энергия жактан натыйжалуу үч катмарлуу курулуш конструкциялары бар имараттардын ишенимдүүлүгүнүн андан аркы өнүгүшү берилген.

Сунуштар: Иштелип чыккан «Дубал жана шыптардын мейкиндик арматура менен бекемделген үч катмарлуу темир бетон курама монолиттик курулуш конструкциялары жана курама элементтеринин» ШТ 5800 ЧТ 10326441-001-2013 техникалык шарттары, «Үч кабаттуу курулуш конструкцияларынын» колдонмо эсеби жана долбоору, «Сейсмикалык 8 жана 9 баллга туруктуу райондордо тургузулган турак жай жана коомдук имараттардын дубалдарынын түйүндөрү» жана «Үч катмарлуу курулуш конструкциясын» орнотуу боюнча көрсөтмө усулу чыгымдарды азайтуу үчүн 1-2 кабаттуу үйлөрдү жалпы курууда, катмары жука болгон көп кабаттуу имараттарды жылытууда колдонула алат.

Сунуш кылынган конструкция оор курулуш жабдууларын жайгаштыруу мүмкүн эмес жогорку тыгыздыктагы курулуш шарттарында өзгөчө натыйжалуу болот. Үч катмарлуу курулуш буюму жана конструкциясы жогорку бекемдиктеги бетон менен бирге сейсмикалык 9 жана жогору баллга туруштук бере турган монолиттүү имараттарды долбоорлоо жана куруу үчүн шарт түзөт.

РЕЗЮМЕ

Диссертации Охунова Зафара Юнусовича на тему: «Разработка технологии производства и монтажа трехслойных строительных изделий и конструкций» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия

Ключевые слова: энергоэффективность, бетонная смесь, торкретбетон, пенополистирол, трехслойные строительные изделия и конструкции.

Объект исследования: трехслойные строительные изделия и конструкции (ТСК).

Целью работы: разработка технологии производства легких изделий и конструкций для обеспечения и повышения энергоэффективности зданий и сооружений

Методы исследования: Для решения поставленной цели и задач использован комплексный метод, включающий теоретические и экспериментальные исследования, выполненные с применением современных методов и технических средств.

Полученные результаты и их новизна: Предложена новая технология вспучивания полистирольных гранул, способствующая получению пенополистирольных плит низкой плотностью. Для Республики Таджикистан налажена технология изготовления пенополистирольных плит плотностью 10 кг/м³ по разработанной технологии. Экспериментальными исследованиями оптимизирован состав торкретбетона с высокой газо-, водо- и паронепроницаемости из местных сырьевых материалов используемой в качестве бетонной оболочки ТСК.

Разработана технология получения ТСК горизонтальным способом и внедрена в производство. На основании экспериментальных исследований разработаны дополнительные детали решетчатых ферм для повышения поперечных ребер жесткости. На основе проведенных исследований определены модели изгибаемых элементов ТСК. Предложена усовершенствованная методика расчета по прочности на изгиб ТСК. Разработаны узлы сопряжения трехмерных элементов стен в виде балок и балок-стенок.

Рекомендации: Разработанные Технические условия «Элементы сборные и сборно-монолитные железобетонные трехслойной строительной конструкции стен и перекрытий с пространственным армированием» ШТ 5800 ЧТ 10326441-001-2013, Руководство по расчету и проектированию «Трехслойной строительной конструкции», «Узлы стен жилых и общественных зданий, возводимых в районах сейсмичностью 8 и 9 баллов» и «Руководство по установке «Трехслойной строительной конструкции» могут быть использованы при конструировании ТСК для массового строительства со снижением расходов на строительство 1-2-этажных домов и утепления многоэтажных зданий с меньшей толщиной нанесенного слоя торкретбетона ограждающей несущей конструкции.

SUMMARY

of Okhunov Zafar Yunusovich's dissertation topic:

"Development of production technology and installation of three-layer building products and structures" for the degree of candidate of technical sciences on specialty 05.23.05 - Building materials and products

Key words: energy efficiency, concrete mix, expanded polystyrene, TSK-panel, shotcrete.

The object of study: design of multi-layer products and constructions.

The purpose of the work: Development of a technological line for manufacturing light products and structures to ensure and improve the energy efficiency of buildings and structures

Methods of research: To solve the set goal and objectives, a complex method is used with theoretical and experimental studies carried out using modern methods and technical means.

The received results and their novelty: Theoretical foundations of increase of energy efficiency resistance of buildings and structures due to use of light multilayered rod products and constructions are developed.

A new technological line for the production of expanded polystyrene plates and the manufacture of three-layer building structures in a horizontal way has been developed. The design of the attachment points and the technology of mounting three-layer building structures for the construction of buildings in the areas of natural disasters and hard-to-reach terrain are developed.

Further development of the reliability of buildings with energy-efficient three-layer building products and structures taking into account external forces is given.

Recommendations: The developed specifications "Prefabricated and prefabricated monolithic reinforced concrete elements of a three-layer building structure for walls and ceilings with spatial reinforcement" IIT 5800 ЧТ 10326441-001-2013, Guidelines for the calculation and design of the "Three-layer building structure"? "Knots of walls of residential and public buildings erected in the regions by seismicity of 8 and 9 points" and The "Installation Guide for the Three-Layer Building Structure" can be used in the construction of a three-layer building structure for mass construction with reduction in the cost of building 1-2-storey houses and insulating of multi-stored buildings with smaller thickness of the applied shotcrete layer of the enclosing non-structural structure.

The proposed design is particularly effective in the reconstruction of buildings in a high-density development, where it is impossible to place heavy construction equipment. Reinforced three-layer building structures in combination with high-strength concrete makes it possible to design and erect monolithic buildings for territories with seismicity to 9 and more points.

Охунов Зафар Юнусович

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
И МОНТАЖА ТРЕХСЛОЙНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ
ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ**

Подписано в печать 09.02.2018.

Формат бумаги 60x84 1/16. Объем 1,25 п.л.

Тираж 150 экз. Заказ № 58

Кыргызский государственный университет строительства,
транспорта и архитектуры им. Н. Исанова
г. Бишкек, ул. Малдыбаева, 34,Б