На правах рукописи

Розанцева Надежда Владимировна

ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ВЕНТИЛИРУЕМОЙ ФАЛЬЦЕВОЙ КРОВЛИ ИЗ УНИФИЦИРОВАННЫХ БЫСТРОСБОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Специальность **05.23.08 – Технология и организация строительства**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Санкт-Петербург – 2015

Работа выполнена в Федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» (СПбГАСУ)

Научный руководитель: **Юдина Антонина Федоровна**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Лапидус Азарий Абрамович**,
доктор технических наук, профессор, Заслуженный строитель РФ, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (МГСУ), кафедра технологии и организации строительного производства, заведующий;

Васин Александр Петрович
кандидат технических наук,
ООО «БЭСКИТ» (г. Санкт-Петербург),
начальник научно-исследовательского сектора

Ведущая организация: **ФГБОУ ВПО**
«Ростовский государственный строительный университет»

Защита диссертации состоится «29» декабря 2015 г. в $16^{\underline{00}}$ часов на заседании диссертационного совета **Д 212.223.01** при ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» по адресу: 190005, Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д.4, зал заседаний диссертационного совета (аудитория 219).

Тел./Факс: (812) 316-58-72; E-mail: rector@spbgasu.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» и на сайте www. spbgasu.ru.

Автореферат разослан «____» _____ 2015 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат технических наук Конюшков Владимир Викторович

I ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность избранной темы. В России и во многих других странах широко распространены металлические кровли. Технологии их устройства не менялись на протяжении десятилетий, оставаясь трудоемкими и ресурсозатратными и, в большинстве своем, не отвечают современным требованиям энергосбережения, являясь самой уязвимой частью здания, поскольку через кровлю проходит потеря тепла, составляющая порядка 35 % – 40 % от общих потерь по зданию.

Для обеспечения нормальной и безопасной эксплуатации кровель периодически возникает необходимость замены части кровли (ремонта) или ее реконструкции. Замена кровельного покрытия, исчерпавшего свой ресурс, осложнена необходимостью проведения работ на высоте в любое время года. При этом значительная часть кровельных работ относится к скрытым работам, низкое качество которых проявляется только в процессе эксплуатации. Существующие технологии устройства и ремонта кровель зачастую не позволяют выполнить необходимый объем работ должного качества в условиях эксплуатации здания и характеризуются большими трудовыми и финансовыми затратами, низкой производительностью работ.

Актуальность темы диссертации определяется необходимостью разработки эффективной, экономически обоснованной технологии устройства и реконструкции вентилируемой фальцевой кровли с применением унифицированных быстросборных элементов и новых способов крепления кровельной системы, позволяющих более эффективно выполнять работы по ее устройству и реконструкции с существенным снижением затрат труда, одновременным повышением качества и срока службы кровель в период эксплуатации здания, а также использованием современных теплоизоляционных материалов, обеспечивающих повышение энергетической эффективности здания за счет сокращения теплопотерь через покрытие верхнего этажа.

Степень разработанности темы исследования.

Основные направления совершенствования технологии устройства металлических вентилируемых кровель отражены в трудах и изобретениях В.Б. Белевича, П.Д. Батаковского, В.Н. Богословского, Б.М. Болотникова, К.А. Бота, А.П. Васина, А.И. Гармаша, А.И. Гегелло, И.М. Гриня, Р.Р.Ермакова, Н.Н. Ерыгина, А.Л. Жолобова, П.И. Завгороднева, В.Г.Залесского, А.А.Земского, А.С. Козловского, Л.М. Колчеданцева, А.А Лапидуса., Д.А. Сиденко, Ю.А. Табунщикова, В.И. Тена, Н.А. Цветкова, А.Г. Чайки, А.Ф.Юдиной, H. Schlenker, Hermann Ohl, Гельмута Линдеманна, Ханса-Петера Роша, Эрвина Халла Брин, Лео Мейера, Клауса Зипенкорт, К. Зайферта и др.

Цель исследования – разработка эффективной технологии устройства и реконструкции вентилируемой фальцевой кровли из унифицированных быстросборных элементов, экспериментально-теоретическое обоснование технологических параметров процесса устройства кровли с учетом использования эффективного материала утеплителя и его крепления с кровельной системой.

В соответствии с поставленной целью были сформулированы и решены следующие **научные задачи исследования**:

– проведен сравнительный аналитический обзор существующих технологий устройства и реконструкции металлических кровель, используемых материалов утеплителя, способов крепления кровли со стропилами и утеплителем, определены основные технологические параметры процесса устройства кровли;

– теоретически и экспериментально обоснован выбор материала утеплителя, отвечающего необходимым требованиям теплопередаче, прочности и экономической целесообразности;

– разработана «термопанель» с учетом обеспечения необходимого воздухообмена кровли с определением ее формы, оптимальных размеров и несущей способности;

– разработан новый эффективный способ соединения фальцевой кровли со стропилами (металлическими и деревянными) и утеплителем с использованием крепежных металлических и полимерных (полиамидных) элементов; проведены экспериментальные исследования их прочностных свойств крепежа;

– разработана эффективная технология устройства и реконструкции вентилируемой фальцевой кровли из унифицированных быстросборных элементов, проведен хронометраж технологического процесса монтажа термопанелей в реальных условиях строительной площадки с оценкой технико-экономических показателей ее практического использования;

– разработан технологический регламент и технологическая карта по реализации новой технологии устройства и реконструкции вентилируемых фальцевых кровель из унифицированных быстросборных элементов.

Объектом исследования является строительный технологический процесс устройства металлической скатной кровли.

Предметом исследования являются технологические параметры процесса устройства кровли.

Научная новизна исследования.

1. На основании проведенного анализа существующих технологий разработана и исследована новая технология устройства и реконструкции вентилируемой фальцевой кровли из унифицированных быстросборных элементов, в которой крепление кровли со стропилами осуществляется с помощью дюбельной системы, имеющей существенные преимущества по сравнению с существующими технологиями.

2. Теоретически и экспериментально обоснован выбор материала утеплителя (жесткий мелкоячеистый пенополиуретан), отвечающий требованиям теплопроводности, водопоглощения, долговечности, прочности, эксплуатационной надежности, позволяющий уменьшить вес кровли и снизить ее стоимость.

3. Разработаны два варианта «термопанелей» как основного несущего элемента высокой прочности (14 кН/м^2): с пространственным фанерным каркасом и каркасом на основе базальтового арматуры с утеплителем из пенополиуретана, использование которых позволяет создать утепленную кровлю с естественной

вентиляцией за счет вентиляционных каналов, образуемых ребристой поверхностью термопанели.

4. Выведено уравнение зависимости снижения перемещения фанерного каркаса от прилагаемой нагрузки при совместной работе пенополиуретана и фанерного каркаса.

5. Разработан новый эффективный способ соединения «термопанели» и стропил (металлических и деревянных) с использованием крепежных металлических и полимерных (полиамидных) элементов болтового (винтового) соединения, обладающих высокой термической устойчивостью и механической прочностью, обеспечивающий надежность крепления, герметичность кровли, увеличение срока службы кровли.

6. Практически подтверждены технологические возможности и область применения новой рациональной технологии устройства и реконструкции фальцевой кровли в условиях стройплощадки, обеспечивающие снижение теплопотерь, сокращение трудозатрат (47,6 %), продолжительности работ (61 %), повышение производительности (87,8 %), снижение сметной стоимости (57, 93 %), на основании которых разработан технологический регламент.

Теоретическая значимость работы состоит в следующем**:**

– обоснован выбор материала утеплителя;

– выведено уравнение зависимости снижения перемещения фанерного каркаса от прилагаемой нагрузки при совместной работе пенополиуретана и фанерного каркаса;

– обоснованы нормы времени на монтаж элементов быстросборной кровли;

– разработан и оптимизирован календарный план на устройство вентилируемой фальцевой кровли.

Практическая значимость работы состоит в следующем:

– разработана новая технология устройства и реконструкции вентилируемой фальцевой кровли, практический результат которой состоит в сокращении продолжительности устройства кровли, за счет переноса части работ в заводские условия (изготовление «термопанели», пробивка установочных отверстий в стропилах), унификации и сокращении сборочных элементов кровли, снижении трудозатрат, улучшении теплоизоляционных и гидроизоляционных качеств кровли.

– разработан новый способ соединения фальцевой кровли со стропилами (деревянные и стальные П-образные профили) с утеплителем (патент РФ № 2533463 от 19.04.2014 г; «Способ соединения фальцевой кровли со стропилами и утеплителем»);

– разработана конструкция «термопанели» с пространственным фанерным каркасом и каркасом на основе базальтовой арматуры с утеплителем из пенополиуретана (заявка на изобретение № 2015116380 от 29.04.2015);

– разработаны технологическая карта и технологический регламент по использованию новой эффективной технологии устройства фальцевой кровли, крепления и установки утепленного кровельного покрытия при возведении и

реконструкции объектов различного назначения, определена область применения предлагаемой технологии.

Методология и методы исследования заключаются в анализе существующих технологий и практического опыта устройства и реконструкции фальцевой кровли; в натурных и экспериментальных исследованиях параметров технологического процесса; методах корреляционно-регрессивного анализа; методах оценки эффективности строительных технологий.

Положения, выносимые на защиту:

– сравнительный анализ существующих технологий устройства и реконструкции металлических кровель, используемых материалов утеплителя, способов крепления кровли со стропилами и утеплителем;

– обоснование выбора материала утеплителя, возможность использования пенополиуретана меньшей плотности;

– основной несущий элемент кровельного покрытия с пространственным фанерным каркасом и каркасом на основе базальтового волокна («термопанель») с использованием пенополиуретана в качестве утеплителя, имеющего верхний ребристый профиль для обеспечения необходимого воздухообмена с обоснованием необходимой высоты ребер и угла наклона кровли;

– результаты экспериментальных исследований «термопанели» в напряженно-деформируемом состоянии; зависимость снижения нарастания перемещения фанерного каркаса от нагрузки при совместной работе с пенополиуретаном и повышении несущей способности «термопанели»;

– новый эффективный способ соединения «термопанелей» и стропил с помощью дюбельной системы; выбор требуемого диаметра дюбельного соединения и крепежных элементов;

– результаты практической проверки в производственных условиях, оценка технико-экономических показателей и технологический регламент на устройство и реконструкцию вентилируемой фальцевой кровли предлагаемой автором.

Область исследования соответствует требованиям паспорта специальности 05.23.08 − Технология и организация строительства, соответствует пункту 2 паспорта: «Разработка конкурентоспособных новых и совершенствование существующих технологий и методов производства строительно-монтажных работ на основе применения высокопроизводительных средств механизации и автоматизации».

Достоверность научных результатов и апробация работы: основные результаты исследований доложены на Международных научно-технических конференциях молодых ученых, аспирантов и докторантов (СПбГАСУ, 2012–2015 гг.), межвузовском научно-техническом семинаре «Современные направления технологии, организации и экономики строительства» (ВИТИ, СПб, 2013 г.); V международной конференции «Актуальные проблемы архитектуры и строительства» (СПбГАСУ. 2013 г.), Международной научной конференции «Строительство, дизайн, архитектура: разработка научных основ создания здоровой среды обитания»(г. Киров, 2013 г.), XIII международной научно-

технической конференции «Эффективные строительные конструкции: теория и практика» (г. Пенза, ноябрь 2013 г.).

Результаты диссертационного исследования были апробированы в строительных компаниях ООО «Северо-восточный транзит», ООО «Разработки и внедрения технологических решений» (Р.Т.Р.), что подтверждено справками о внедрении разработанной технологии.

Публикации:

Основные научные результаты диссертации опубликованы в 11-и научных работах, общим объемом – 3,219 п.л., лично автором – 2,6563 п.л., в том числе 4 в рецензируемых изданиях из перечня, размещенного на официальном сайте ВАК, По теме диссертационного исследования соискателем получен патент РФ на изобретение № 2533463 (соавтор А.Ф. Юдина) приоритет от 19.04.2014 и заявка на изобретение № 2015116380 (соавтор А.Ф. Юдина) «Термопанель» для утепленных кровель» от 05.05.2015.

Структура и объем диссертационной работы:

Диссертация состоит из введения, 4-х глав с выводами по каждой из них, общих выводов, содержит 171 страницу печатного текста и 34 страницы приложений, 28 таблиц, 104 рисунка и список литературы из 121 наименований работ отечественных и зарубежных авторов.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулирована цель и поставлены задачи исследования, охарактеризована научная новизна исследования, представлена практическая значимость полученных результатов, а также приведены сведения об апробации и публикациях.

В первой главе проведен анализ существующих технологий устройства утепленных фальцевых кровель, используемых материалов утеплителей и способов крепления кровельной системы.

Во второй главе экспериментально и теоретически обоснован выбор материала утеплителя, отвечающий необходимым теплотехническим, прочностным и др. требованиям. Представлены экспериментальные исследования по разработке «термопанели» как основного несущего элемента: с пространственным фанерным каркасом и каркасом из базальтового волокна. Установлена способность материала утеплителя (пенополиуретана) при совместной работе с каркасом значительно повысить несущую способность кровельной системы.

В третьей главе разработан новый способ крепления «термопанелей» и стропил (металлических и деревянных) с использованием крепежных металлических и полимерных (полиамидных) элементов. Проведены экспериментальные испытания крепежных элементов различного диаметра на растяжение, срыв резьбы плоских и колпачковых стальных и полиамидных гаек, а также сравнение результатов испытаний с несущей способностью металлического крепежа класса прочности 8.8.

В четвертой главе проведена производственная проверка в условиях стройплощадки и хронометраж технологического процесса устройства фальцевой вентилируемой кровли. Экспериментально подтверждены и обоснованы

технологические параметры, эффективность применения быстросборных унифицированных элементов («термопанелей») и способа крепления кровельной системы, а также область применения предлагаемой автором технологии. Представлена оценка технико-экономических показателей новой технологии.

Разработаны технологическая карта и технологический регламент по использованию новой технологии устройства фальцевой кровли, крепления и установки утепленного кровельного покрытия при возведении и реконструкции объектов различного назначения.

II ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. На основании проведенного анализа существующих технологий разработана и исследована новая технология устройства и реконструкции вентилируемой фальцевой кровли из унифицированных быстросборных элементов, в которой крепление кровли со стропилами и осуществляется с помощью дюбельной системы, имеющей существенные преимущества по сравнению с существующими технологиями.

Анализ существующих технологий устройства фальцевых кровель, материалов, используемых в качестве утеплителя, способов крепления кровли со стропилами и утеплителем выявили необходимость совершенствования и разработки новых технологий устройства кровель, принимая за критерий оптимальности минимальные продолжительность, трудоемкость и стоимость работ с использованием эффективных утеплителей, менее трудоемких способов крепления кровельной системы, препятствующих отрыву кровельного покрытия в результате воздействия ветровых и снеговых нагрузок, унификации элементов кровли, создания в покрытии вентиляционных каналов и других технических решений, эффективно влияющих на циркуляцию воздуха, снижая вероятность влагонакоплениях уже смонтированных элементах.

Основой предлагаемой автором технологии устройства и реконструкции вентилируемой фальцевой кровли является использование унифицированных быстросборных элементов («термопанелей»), установкой вручную и закреплением их к стропилам крепежными элементами (дюбельная-болтовая система) (рисунок 1).

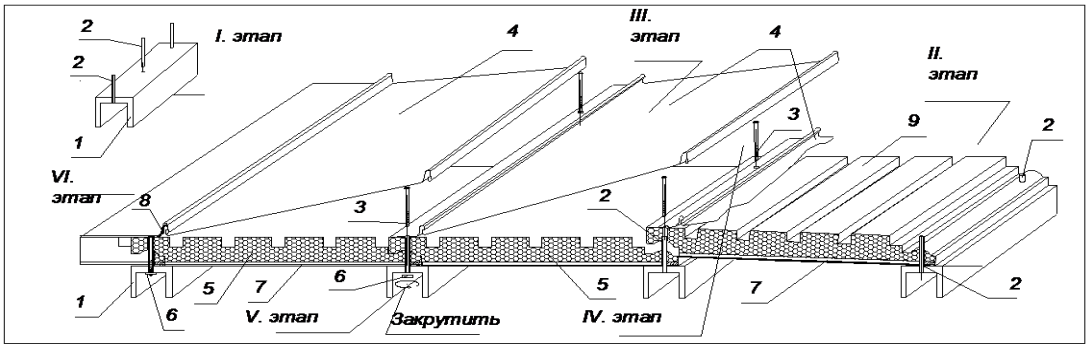


Рисунок 1− Технологическая схема устройства фальцевой кровли на основе унифицированных быстросборных элементов: 1 – стропила; 2 – дюбель-распорка; 3 – крепежный элемент; 4 – кровельный лист; 5 – термопанель; 6 – гайка; 7 – каркас из фанеры; 8 – уплотнитель; 9 – ветро–влагозащитная мембрана

Предлагаемая автором технология имеет следующие преимущества перед известными:

– процесс «сухой» установки «термопанелей» заводского изготовления на стропила и крепление на основе дюбелей с установкой кровельного гидроизолирующего покрытия (см. рисунок 1); постановка дюбелей в установочные отверстия в стропилах осуществляется еще до поднятия на кровлю;

– монтаж предварительно собранных узлов снижает вероятность появления дефектов сборки. Дюбельно - болтовое крепление повышает надежность крепления, снижает вероятность повреждения кровельной системы от ветровой и снеговой нагрузок, способствуя увеличению срока службы кровель;

– возможность использования полиамидного крепежа снижающего вероятность появления «мостиков холода»;

– повышение качества и производительности работ за счет использования быстросборных унифицированных элементов, эффективного материала утеплителя и способа крепления, исключая сварочные работы.

2. Теоретически и экспериментально обоснован выбор материала утеплителя (жесткий мелкоячеистый пенополиуретан), отвечающий требованиям теплопроводности, водопоглощения, долговечности, прочности, эксплуатационной надежности, позволяющий уменьшить вес кровли и снизить ее стоимость.

Выбор материала утеплителя оказывает существенное влияние на технологию монтажа, качество, долговечность покрытия и осуществляется на основе анализа существующих материалов, используемых в качестве утеплителей по теплопроводности, водопоглощению, долговечности, прочности, эксплуатационной надежности и его стоимости, а также требований пожарной и экологической безопасности.

На основании сравнения показателей теплопроводности при длительной эксплуатации, соответствующей 30 летнему периоду, изменение коэффициента теплопроводности пенополиуретана составляет около 30 % , что значительно ниже показателей существующих теплоизоляционных материалов, применяемых в строительстве (рисунок 2).

Критерий оценки энергоэффективности материалов утеплителя при одинаковом сроке долговечности определялся по формуле предложенной Пастушковым П. П.:

$$E_{ут} = \frac{T_{долг}}{C_{ут} \cdot \lambda} \ , \qquad (1),$$

где λ – расчетная теплопроводность используемого материала утеплителя Вт/(м·°С), $C_{ут}$ – стоимость материала утеплителя, руб./м^3.

На основании результатов расчета выявлено, что различные материалы могут иметь одно и то же значение энергоэффективности, особенно на первоначальных сроках эксплуатации и разницы в стоимости материала утеплителя. Так, расчетный коэффициент теплопроводности для волокнистых

теплоизоляционных материалов по условиям эксплуатации «А» выше показателей материала в сухом состоянии в 1,1–1,15 раза, а для эксплуатационных условий «Б» его показатели превышают показатели в сухом состоянии в 1,2–1,25 раза (прилож. 3 СП II-3-79*).

В связи с тесной взаимосвязью между плотностью пенополиуретана и его стоимостью был произведен экспериментальный подбор его оптимальной плотности путем проверки прочности на сжатие при 10 % линейной деформации на изгиб и обеспечении необходимой его несущей способности. Результаты эксперимента подтвердили возможность использования в качестве утеплителя пенополиуретан меньшей плотности.

На основании проведенного анализа материалов утеплителя по критерию энергоэффективности при одинаковом сроке долговечности, было выявлено (см. рисунок 2), что энергоэффективность пенополиуретана за срок эксплуатации до 25–30 лет повышается с 0,005 до 0,092 кВт*ч/м^{3}в год; каменной ваты со сроком эксплуатации максимум 10 лет – 0,003–0,012 кВт*ч/м^3 в год. Таким образом, пенополиуретан значительно энергоэффективнее каменной ваты.

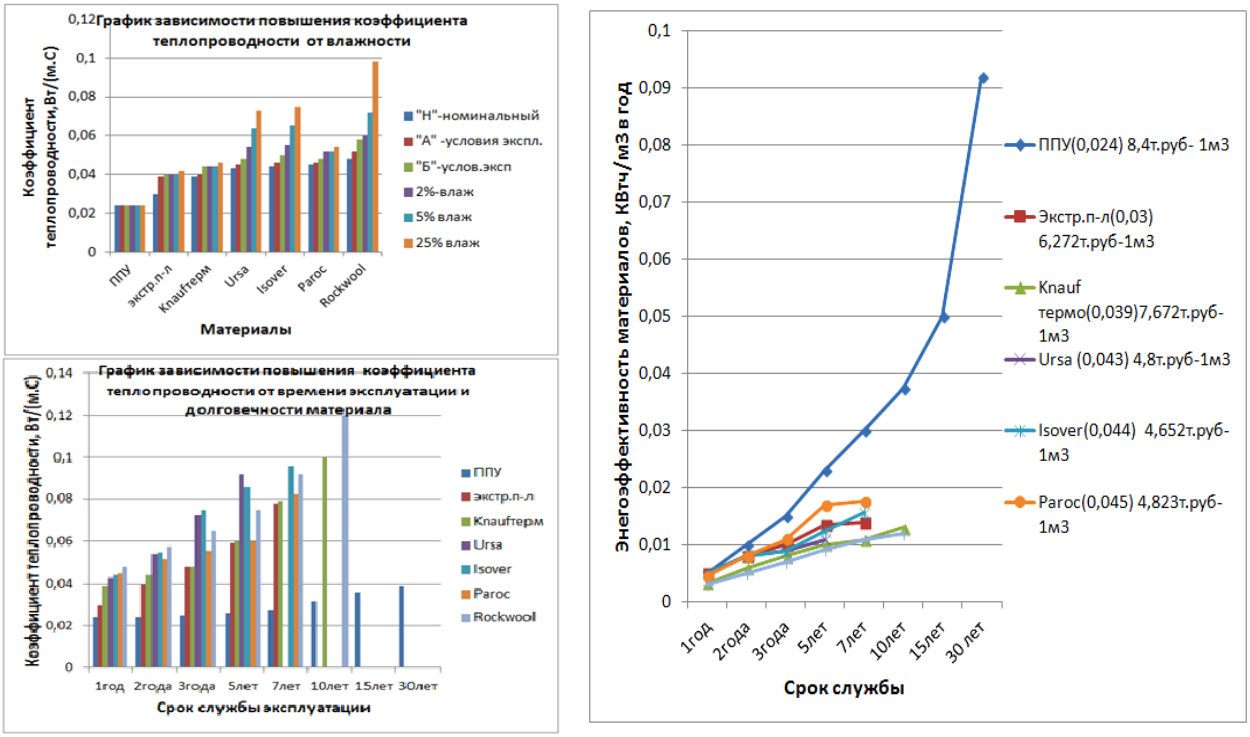


Рисунок 2 – Графики зависимости энергоэффективности различных материалов утеплителя от влажности, времени эксплуатации и долговечности материала

В качестве материала утеплителя, на основании сравнения используемых в строительстве утеплителей и экспериментальных исследований был выбран жесткий мелкоячеистый пенополиуретан с плотностью 38–42 кг/м^3, λ=0,022–0,024 Вт/м^{2}К, который экологически безопасен, при его производстве не используются фреоны, материал обладает низкой гигроскопичностью и теплопроводностью, относится к трудновоспламеняемым самозатухающим

материалам (Г2), при этом свод правил СП 17.13330.2011 «Кровли» не ограничивает область применения пенополиуретана при устройстве кровель.

3. Разработаны два варианта «термопанелей» как основного несущего элемента высокой прочности (14 кН/м^2): с пространственным фанерным каркасом и каркасом на основе базальтового арматуры с утеплителем из пеноплиуретана, использование которых позволяет создать утепленную кровлю с естественной вентиляцией за счет вентиляционных каналов, образуемых ребристой поверхностью термопанели (Заявка на изобретение №2015116380 от 29.04.2015. Решение от 05.05.2015)**.**

Разработаны два варианта конструктивных решений «термопанели» как основного несущего элемента: с пространственным фанерным каркасом и каркасом из базальтовой арматуры с утеплителем из пенополиуретана.

На основании требований унификации, возможности создания вентилируемого подкровельного пространства, при соблюдении условий жесткости конструкции, были определены размеры «термопанели», исходя из шага стропил (0,75 –1,5 м) и шага отверстий под дюбельный крепеж (0,25–0,30 м). По результатам экспериментальных исследований установлен размер рациональной длины панели $L \leq$ 1,5–0,9 м.

Для проведения экспериментальных исследований на базе ООО «СтройИзоляция» были изготовлены восемь пенополиуретановых «термопанелей», размером 1200 х 600 х 100 мм без учета ребристого покрытия, с пространственным каркасом из фанеры толщиной δ = 16 мм и покрытием негорючей мембраной «TEND» (группа горючести НГ, класс пожарной опасности КМ0) на основе стеклохолста, используемого как защитный слой эксплуатируемой кровли, с высокой разрывной нагрузкой при растяжении не менее 420 Н/кгс и без покрытия с линейным укреплением нижней части панели.

Экспериментальные исследования по определению термосопротивления панелей из пенополиуретана проводились на базе ИЦ «Блок» СПбГАСУ. Перепад температур внутреннего воздуха и температуры на поверхности «термопанели» составил 1,19 °С< 3°С. Температура в теплом отделении $t_в$= 18°С; температура в холодном отделении $t_{н=}$ – 26°С. Приведенное термическое сопротивление панели:

R = 4,65м²К/Вт > 4,14м²К/Вт.

Экспериментальные исследования по определению прочности и несущей способности панелей и выявления закономерностей деформационных изменений от их конструкции проводились на длительную статическую нагрузку, ступенчатое нагружение, равномерно распределенную и кратковременную нагрузки.

По результатам эксперимента на длительную статическую нагрузку построена асимптотическая кривая длительного сопротивления (рисунок 3), характер которой показывает, что предел прочности стремится к некоторому постоянному значению за счет действия продольных сил. С определенного момента величина прогиба скачкообразно увеличивается, то есть, к постоянным

напряжениям добавляются упругие деформации, а с течением времени в фанерном каркасе развиваются и упругие и остаточные деформации, в первую очередь связанные с упругими деформациями (ползучести), когда деформация образца происходит без увеличения нагрузки («площадка текучести»), со временем эти изменения становятся существеннее. Усредненный максимальный прогиб от действия распределенной постоянной нагрузки в 250 кг за два месяца составил 7,8 мм < 8,2 мм.(см. рисунок 3)



Рисунок 3 – Зависимость изменения длительного сопротивления «термопанели» при деформации от постоянной нагрузки

Металлические кровли накапливают конденсацию на нижней стороне листа из-за суточных колебаний температуры, в виде инея зимой и капель конденсата летом при нагреве от солнечной радиации. Улучшение теплозащитных качеств кровель возможно при устройстве в конструкции крыши воздушных каналов, вентилируемых поступающим наружным воздухом.

Расчет необходимой высоты ребер утеплителя проводился методом последовательных приближений. Для необходимого движения воздуха по воздушным каналам необходимо, чтобы средняя скорость воздуха составляла ~ 0,04 м/с (рисунок 4).

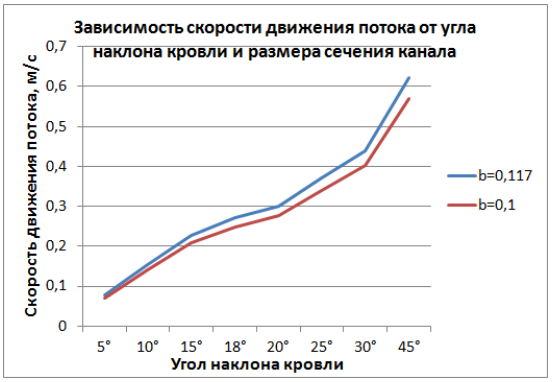


Рисунок 4 – Зависимость движения потока воздуха от угла наклона кровли и размера сечения канала

На основании результатов экспериментов и расчетов были разработаны два варианта конструкции «термопанели» с рифленой поверхностью, имеющей с верхней стороны профиль имитирующий обрешетку и образующей вентиляционные каналы (рисунок 6), способствующие естественному удалению

влаги, как основного несущего элемента: с пространственным фанерным каркасом и каркасом на основе базальтовой арматуры («Термопанель» для утепленных кровель». Заявка на изобретение №2015116380 от 29.04.2015. Решение от 05.05.2015) (рисунок 5)

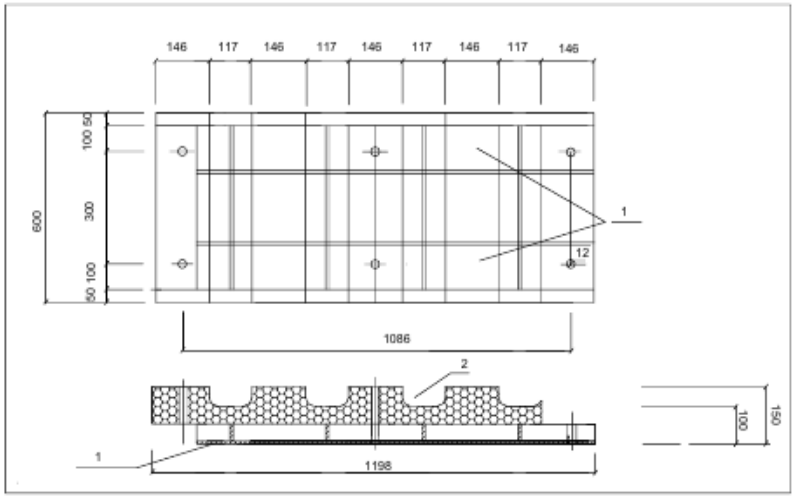


Рисунок 5 – Схема конструкции "термопанели", имеющей коробчатый каркас из фанеры: 1 – каркас из фанеры, 2 – ветро-влагозащитная мембрана «TEND»

Для создания интервала относительной влажности воздуха под кровлей от 55 % до 80 % предложен оптимальный угол наклона малоуклонной кровли равный 18° и 30° (см. рисунок 4, рисунок 6).

Установлена оптимальная длина ската с карнизным свесом от 6 до 9 м, с разницей высот от ската до конька до 3 м. При металлическом кровельном покрытии и слабо воздухопроницаемом утеплителе из пенополиуретана, разность давлений воздуха достигает максимальных значений у свеса и под коньком, а на середине высоты равна нулю.

По требованиям пожарной безопасности, в качестве утеплителя может быть использован модифицированный пенополиуретан – пенополиизоцианурат (Г1), а между слоем армирующего покрытия из стеклоткани и пенополиуретана может применяться слой каменной ваты.

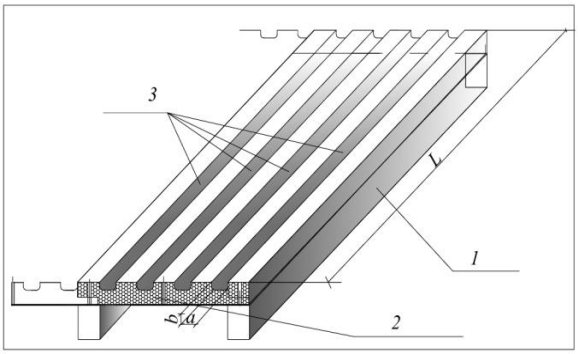


Рисунок 6 – Схема раскладки "термопанелей" образующих вентиляционные каналы: 1 – стропила, 2 – «термопанели», 3 – вентиляционные каналы, образуемые уложенными на стропила панелями, *b* – высота канала, *a* – ширина канала, *L* – длина канала равная 0,95 длины ската

Фронтонная часть металлических стропил, во избежание появления «мостиков холода» и, как следствие, конденсата должна быть обязательно утеплена паро-влагостойкими эффективными утеплителем (рисунок 7).

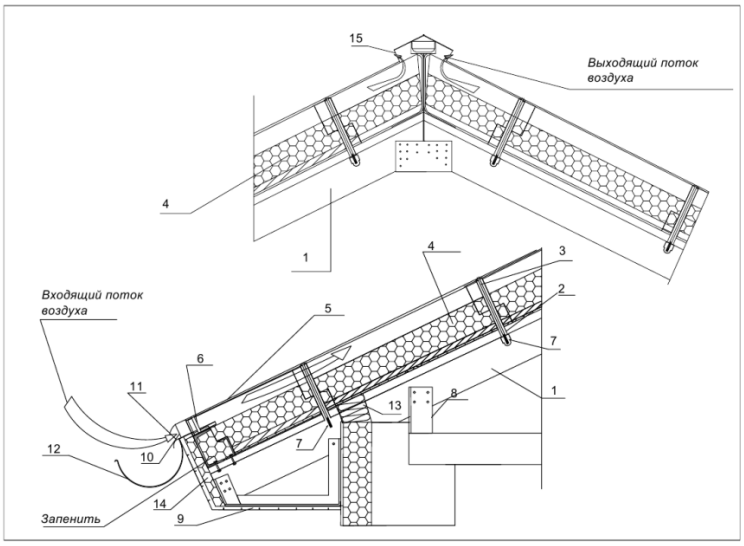


Рисунок 7 – Карнизный свес закрытого типа вентилируемой кровли:
1 – стропила; 2 – дюбель-распорка; 3 – крепежный элемент; 4 – «термопанель»; 5 – металлический лист; 6 – крепежная петля; 7 – гайка колпачковая пластиковая; 8 – мауэрлат; 9 – подшивка свеса из ПВХ; 10 – вентиляционная лента; 11 – фартук свеса; 12 – водосточный желоб; 13 – элемент утепления; 14 – утепляющая прослойка, 15 – элемент аэрации конька.

4. Выведено уравнение зависимости снижения перемещения фанерного каркаса от прилагаемой нагрузки при совместной работе пенополиуретана и фанерного каркаса.

По результатам испытаний было выявлено, что под действием циклических напряжений снижение прочности материалов происходит быстрее и развивается усталостная деформация. Накопление повреждений означает, что чем больше циклов нагружения, тем меньше должна быть величина нагрузки, чтобы «термопанель» работала не разрушаясь (рисунок 8).

Также установлено, что для панелей без покрытия и пространственного внутреннего каркаса максимальная нагрузка составила 12,19 кН, максимальный прогиб – 22,62 см, а остаточная деформация после снятия нагрузки – 3,98 см. Панели с покрытием и пространственным каркасом при максимальной нагрузке 16,8 - 18,5 кН, имели значение прогиба 6,86 - 8 см, что значительно больше допустимого максимального прогиба 0,82 см. На основании экспериментальных данных, было установлено, что условию жесткости конструкции на ступенчатую нагрузку, удовлетворяют показания значений нагрузки, не превышающие 6,8 - 8,1 кН.

После приложения нагрузок до определенного предела, панель легко принимает исходную форму. Через сутки после снятия нагрузки, значение максимальной остаточной деформации составило ~ 1 мм. Условному пределу упругости «термопанели», при котором начинает проявляться остаточная деформация, соответствует напряжение в 14 кН, а затем наступают

необратимые последствия: продавливание на опорах, складки по центру панели от сжатия волокон.

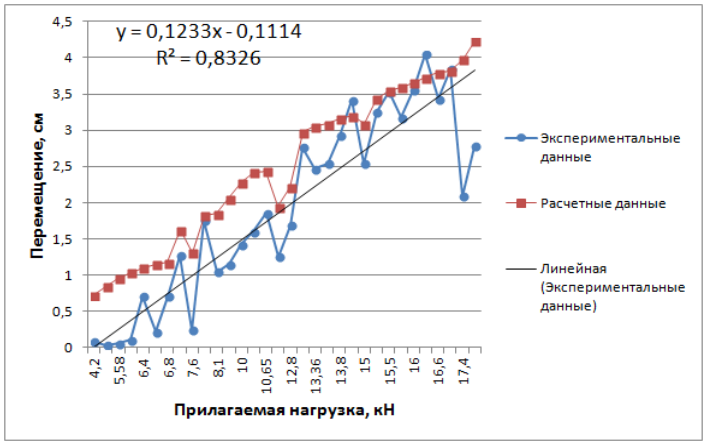


Рисунок 8 – Зависимость нарастания экспериментальных и расчетных данных перемещений центральной части панели от нагрузки и количества проведенных экспериментов при механических испытаниях

Результаты испытаний напряженного состояния образцов «термопанелей» показали, что их механическая прочность достаточна для восприятия длительных статических и динамических воздействий. Наличие покрытия стеклотканью и внутреннего рамного каркаса увеличивают пространственную жесткость «термопанели». При начальном ступенчатом нагружении пенополиуретан, значительно сокращает перемещения фанерного каркаса, максимальный прогиб в панели оказался значительно меньше ожидаемого, а остаточная деформация составила 0,19 см.

При условии непрерывного нарастания перемещений, на основе полученных значений, представленных на графике (см. рис. 8) для регрессивного анализа, выведена функция экспоненциальной линии тренда:

$$y = 0{,}1233x - 0{,}1114 \qquad (2)$$

На основе экспоненциальной линии тренда интерполяцией выведено уравнение зависимости нарастания перемещения фанерного каркаса от нагрузки при совместной работе пенополиуретана и фанерного каркаса:

$$y = -1{,}623 + 0{,}314827x + 0{,}000836674x^2 \qquad (3)$$

где y – величина снижения перемещения от расчетной нагрузки, мм; x – прилагаемая нагрузка.

Пенополиуретан в «термопанели» не только связывает ее обшивки, но и выполняет одновременно несущие и теплоизолирующие функции, воспринимает часть скалывающих напряжений, возникающих при изгибе плиты, обеспечивает совместную работу фанерного каркаса и стеклоткани.

Из этого можно сделать вывод, что изгибающий момент воспринимают тканевые покрытия и фанерный каркас, соединенные воедино пенополиуретановым слоем, а поперечные усилия принимает на себя пенополиуретановый слой и боковые ребра каркаса, благодаря хорошей адгезии пенополиуретана с каркасом. Проведенные исследования подтвердили достаточный запас прочности «термопанелей».

5. Разработан новый эффективный способ соединения «термопанели» и стропил (металлических и деревянных) с использованием крепежных металлических и полимерных (полиамидных) элементов болтового (винтового) соединения, обладающих высокой термической устойчивостью и механической прочностью, обеспечивающий надежность крепления, герметичность кровли, увеличение срока службы кровли (Патент № 2533463, E04D 3/36).

Крепление кровли со стропилами и утеплителем («термопанель»), в предлагаемой автором технологии, осуществляется с помощью крепежных элементов (дюбельная система), как на деревянные стропила, так и стропила из стальных П-образных профилей или ЛСТК (рисунок 9).

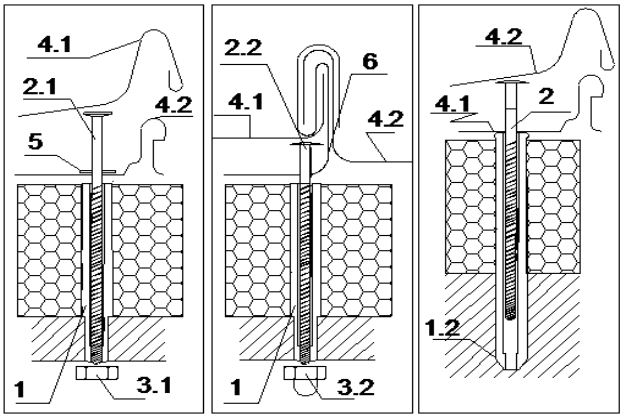


Рисунок 9 – Схема крепления утеплителя на металлические и деревянные стропила: 1 – дюбель; 2 – крепежный элемент с пластиковым покрытием головки; 2.1 – винт с потайной головкой Polyamid; 2.2 – винт или болт с пластиковым покрытием головки; 3.1 – гайка пластиковая шестигранная; 3.2 – гайка колпачковая пластиковая; 4.1− 4.2 – листы металлической кровли; 5 – прокладка; 6 – кляммер

Для установки на металлические стропила или стропила из ЛСТК, а также для предотвращения возможности образования «мостиков холода», был использован полиамидный крепеж, стальные винты с пластиковым покрытием головки или стальные шпильки с полиамидными втулками и колпачковыми гайками с высокой термической устойчивостью и механической прочностью.

На основании проведенных расчетов и результатов выполненных экспериментальных испытаний определен требуемый диаметр дюбеля, который составил 10 мм. Установлен достаточный запас прочности дюбельного соединения: при расчетной нагрузке на один дюбель 0,9 кН, с учетом постоянной, снеговой и кратковременной нагрузок, максимальная нагрузка дюбельного соединения 1,39 кН.

Ранее полиамидные крепежные элементы в качестве крепежных элементов фальцевой кровли не использовались.

Экспериментальные испытания крепежных элементов в напряженно-деформированном состоянии в условиях жесткого закрепления нижнего конца на растяжение, изгиб стальных болтов, на разрывную нагрузку, а также полиамидных крепежных изделий, включая испытания на срез (на срыв резьбы

гаек: плоских и колпачковых) проводились на разрывной машине *Instron*5969 50 кН. Результаты испытаний сравнивались с несущей способностью металлического крепежа класса прочности 8.8

Экспериментальная средняя прочность полиамидных крепежных элементов на растяжение − 27,6 МПа, при требуемой расчетной прочности − 25 МПа на один элемент, что позволяет использовать их в качестве крепежного элемента кровли при установке утепленного покрытия на металлические стропила (рисунок 10). Установлен минимальный необходимый диаметр крепежа: стального 6 мм, с закреплением колпачковыми полиамидными гайками и полиамидного крепежа – 8 мм.

При использовании дюбельной системы крепления, жесткой заделки не требуется. Узлы крепления остаются подвижными на весь период эксплуатации, при этом дюбель регулирует усилие на сжатие.

Технология монтажа кровли с помощью дюбельной системы предполагает постановку дюбелей в установочные отверстия в стропилах еще до поднятия на кровлю и последующий монтаж предварительно собранных узлов, что снижает вероятность появления дефектов сборки.

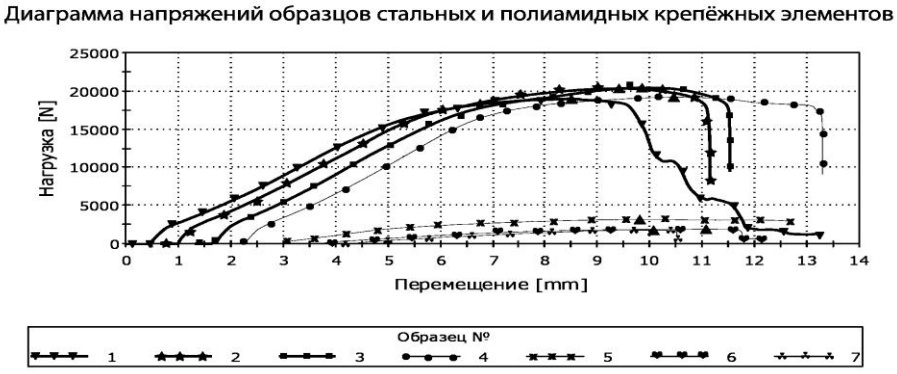


Рисунок 10 – Объединенная диаграмма напряжений образцов стальных и полиамидных крепежных элементов: 1 – образец из стали с прямой гайкой; 2 – образец из стали 8.8 с прямой гайкой; 3 – образец из стали 8.8 с колпачковой гайкой; 4 – образец из стали 8.8 с колпачковой гайкой; 5 – образец из стали 8.8 с полиамидной гайкой; 6 – полиамидный образец; 7 – полиамидный образец

Дюбельно-болтовое крепление повышает надежность крепления, снижает вероятность повреждения кровельной системы от ветровой и снеговой нагрузок, способствуя увеличению срока службы кровель; полиамидный крепеж снижает вероятность появления «мостиков холода». Предлагаемая технология применима как для «холодных» кровель, так и кровель с теплым чердаком. При этом, существенно упрощается выполнение всего технологического процесса устройства кровли за счет временной установки «термопанелей» на дюбельную систему.

6. Практически подтверждены технологические возможности и область применения новой рациональной технологии устройства и реконструкции фальцевой кровли в условиях стройплощадки, обеспечивающие снижение теплопотерь, сокращение трудозатрат

(47,6 %), продолжительности работ (61%), повышение производительности (87,8 %), снижение сметной стоимости (57, 93%), на основании которых разработан технологический регламент.

Производственная проверка предлагаемой автором технологии проводились в условиях стройплощадки и позволили установить, что использование унифицированных быстросборных элементов («термопанелей») и применение дюбельной системы крепления кровли позволяют перенести часть технологических операций в заводские условия (изготовление «термопанелей», стропил с пробивкой установочных отверстий и пропиткой их защитными составами). В результате появляется реальная возможность снижения трудозатрат, сокращения продолжительности и стоимости работ при использовании средств малой механизации и ручных средств. Преимуществом данной технологии, в виду наличия ранее установленных дюбелей, повышается точность сборки и ее бездефектность, отпадает необходимость протягивать монтажную ленту, проводить разметку и выверку непосредственно на кровле. Отсутствие необходимости применения сварки и соединения узлов «в слепую» позволяет эффективно вести монтаж с высокой точностью.

Последовательность выполнения операций в предлагаемой автором технологии следующая:

I – изготовление в заводских условиях комплектующих кровли, «термопанелей», стропил с пробивкой установочных отверстий и пропиткой их защитными составами;

– предварительная укрупнительная сборка. Подгон к проектным размерам и маркировка лежней, растяжек, используемых для жесткости конструкции, коньковых прогонов, мауэрлатов с разбивкой проектного положения стропильных ног, выверка высоты стоек. Доставка их на строительную площадку. Постановка дюбелей в стропила подача материалов на кровлю с запасом комплектующих на смену;

– установка мауэрлатов, затяжек и лежней с последующим креплением стоек и закреплением коньковых прогонов на стойках. Крепление стропильных ног к мауэрлату и коньковому прогону, производят «маячковым» способом - вначале устанавливаются крайние стропила, а затем промежуточные, с одинаковым шагом.

II – монтаж «термопанелей», имеющих паз для обеспечения изоляционного слоя (предотвращение образования «мостиков холода») (см. рис. 11);

III – обустройство карнизных свесов и наружного водостока. Изготовление кровельных картин с одновременным присоединением антиконденсатного покрытия на кровельных станках;

IV-V – установка кляммеров на дюбельную систему и закрепление всей конструкции крепежными элементами;

VI - закрытие фальцевого соединения с помощью механических фальцезакаточных устройств. Кровельные листы соединяются между собой на

двойной стоячий фальц или самозащелкивающийся фальц. Обустройство коньковых узлов.

Устройство фальцевой кровли ведется комплексной бригадой, поточным методом и организацией работ с непрерывным освоением фронтов. Здание разбивается на захватки, которые делятся на монтажные и рабочие участки, на каждом из которых выполняется только один вид работ(рисунок 11).

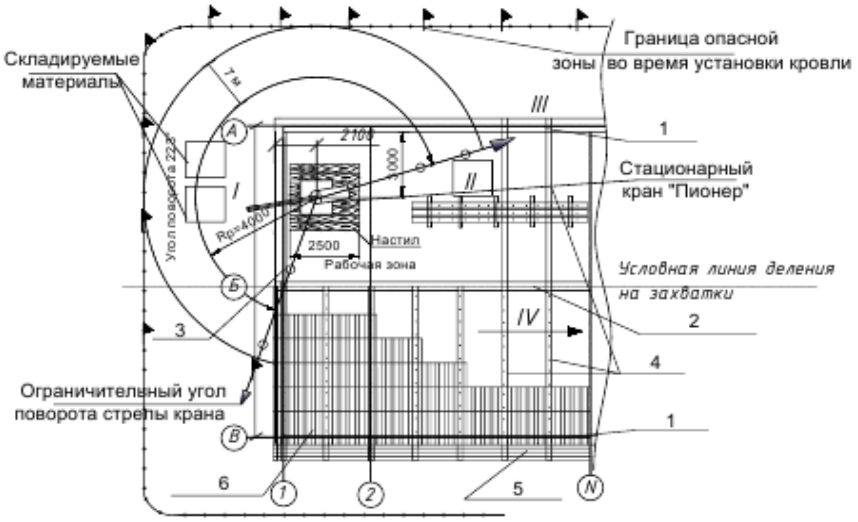


Рисунок 11 – Последовательность монтажа «термопанелей», работа крана должна быть завершена до начала установки «термопанелей»:
I – подъем материалов на монтажный горизонт; II – складирование стропил, панелей, и крепежных элементов; III – установка мауэрлатов, затяжек, лежней, стоек и стропил в проектное положение; IV – установка «термопанелей»;
1 – мауэрлат, 2 – коньковый прогон, 3 – затяжка, 4 – стропила, 5 – подшивка свеса, 6 – «термопанели»

Для разработки технологического регламента, технологической карты и технико-экономического обоснования предлагаемой автором технологии использовались результаты производственной проверки и данные пооперационного хронометража технологических процессов установки дюбелей и монтажа «термопанелей» в условиях стройплощадки.

На основании данных пооперационного хронометража, были установлены нормы времени на их установку. Норма времени на установку 100 м^2 «термопанелей» составила 2,09 чел.-ч., что существенно меньше значения нормы времени на устройство 100 м^2 теплоизоляции из плит пенополиуретана (11,5 чел.-ч) (ЕНиР Е7−14).

Проведенный хронометраж подтвердил технологические возможности и область применения новой рациональной технологии устройства и реконструкции фальцевой кровли и позволил установить, что применение дюбельной системы крепления кровли, использование унифицированных быстросборных элементов и перенос части технологических операций в заводские условия, способствует снижению трудозатрат, сокращению продолжительности и стоимости работ при использовании средств малой механизации.

В технологическом регламенте приведены физико-механические характеристики применяемых материалов, а также технические решения узлов кровли. Разработаны требования по качеству работ, охране труда и технике безопасности, противопожарные требования, потребность в материально-технических ресурсах.

Разработана технологическая карта, которая включает разделы по приемке, хранению строительных материалов, технологии и организации выполнения основных работ, устройство примыканий, а также мероприятия по организации рабочего места.

За критерий оценки выбора рационального варианта принимаются базовые показатели существующих технологий устройства утепленной кровли.

Установлены параметры факторов, влияющие на выбор технологического решения по устройству и ремонту скатной кровли: технологичность (определен показатель унификации конструкции и коэффициент ее сборности), трудоемкость, стоимость, энергоемкость и срок службы.

Разработаны и сопоставлены календарные планы проведения кровельных работ по традиционной и предлагаемой автором технологии.

Выполнено сравнение традиционной и предлагаемой технологий по показателю унификации и сборности изделий.

Показатель унификации элементов кровли

$$K_y = \frac{E_з + E_п}{E_з + E_п + E_{ор}} = \frac{1}{1 + E_{ор}}, \quad (4)$$

где $E_з$, $E_п$, $E_{ор}$ - сборочные единицы в количественном измерении: заводского изготовления, покупные в торговых сетях, оригинальные и доработанные из стандартных заготовок.

Коэффициент сборности устанавливаемой кровли

$$K_{сб} = \frac{E}{E + Д}, \quad (5)$$

где Е – число унифицированных сборочных единиц элементов кровли, Д – общее число элементов кровли и крепежных деталей, за исключением вошедших в сборочные единицы).

Для предлагаемой технологии $К_{сб}$ = 0,9, что выше коэффициента сборности традиционной технологии на 63 %.

Улучшение конструктивных свойств непосредственно влияет на производительность труда, основными показателями которой являются выработка и трудоемкость, на основании общей формулы определения производительности труда автором выведен частный случай ее определения:

$$П = \frac{V \cdot K_{сб}}{T_{час} \cdot K_{рес}} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где П – производительность труда, V – объем выполняемых работ, $К_{сб}$– коэффициент сборности, $Т_{час}$ – трудоемкость в чел-ч, $К_{рес}$– коэффициент использования трудовых ресурсов.

Уровень производительности

$$У_п = \frac{П_к}{П_э} \cdot 100\%, \quad (7)$$

где $У_п$ – уровень производительности, $П_к$ – производительность по традиционной технологии, $П_э$ – производительность эффективной разрабатываемой технологии. Повышение уровня производительности труда для разработанной технологии составило 87,8 %.

Эффективность конструктивных и технологических решений оцениваются прогнозированием затрат на стадиях строительства, подготовки и обеспечения машинами и механизмами, их содержания и ремонта, а также на стадии реконструкции и ремонта, демонтажа и утилизации элементов кровли.

Сравнение трудозатрат традиционной и новой технологий устройства и реконструкции вентилируемой фальцевой кровли из унифицированных быстросборных элементов выполнялось на основании разработанных календарных планов для площади кровли 394 м^2:

– по традиционной технологии затраты труда составили 2417,16 чел.-ч, или 303 чел.-дн., после оптимизации продолжительность работ – 67 дней, коэффициент неравномерности использования трудовых ресурсов 0,72;.

– по новой технологии составили всего 879,96 чел.- час, или 110 человека дней, при оптимизированной продолжительности производства работ – 32,6 дня, коэффициент неравномерности использования трудовых ресурсов 0,82.

Таким образом, новая технология устройства и реконструкции вентилируемой фальцевой кровли из унифицированных быстросборных элементов, является более эффективной, сокращает трудозатраты на 47,6 %, сокращает продолжительность выполнения работ на 61%, повышает уровень производительности труда на 87,8 %, снижает локальную сметную стоимость производства работ на 57,93%, технология не требует разработки нового оборудования.

III ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Анализ существующих технологий устройства фальцевых кровель, материалов, используемых в качестве утеплителя, способов крепления кровли со стропилами и утеплителем выявил необходимость совершенствования и разработки новых технологий устройства кровель, принимая за критерий оптимальности минимальную продолжительность, трудоемкость и стоимость работ с использованием эффективных утеплителей, менее трудоемких способов крепления кровельной системы, унификации строительных деталей, создания в покрытии вентиляционных каналов и других технических решений, эффективно влияющих на циркуляцию воздуха, снижая вероятность влагонакопления на уже установленных элементах.

2. Теоретически и экспериментально обоснован выбор материала утеплителя, отвечающий необходимым технологическим, теплотехническим и прочностным требованиям, и экономической целесообразности, в качестве которого принят жесткий мелкоячеистый пенополиуретан с показателем

теплопроводности λ = 0,022 – 0,024 Вт/м^{2}К, минимальной плотностью равной 38 – 42 кг/м^3. Применение выбранного материала позволяет уменьшить вес кровли и снизить ее стоимость.

3. Разработаны два варианта конструктивных решений «термопанели»: с пространственным фанерным каркасом и каркасом на основе базальтовой арматуры с утеплителем из пенополиуретана, использование которых, позволяет создать утепленную скатную кровлю с естественной вентиляцией, за счет наличия вентиляционных каналов, образуемых ребристой поверхностью «термопанелей», в которых для обеспечения оптимального воздухообмена при относительной влажности воздуха под кровлей от 55 % до 80 %, обоснованы рациональные размеры высоты ребер и угла наклона кровли от 18 до 30º. (Заявка на изобретение № 2015116380 от 29.04.2015. Решение от 05.05.2015г.).

4. Выведено уравнение зависимости снижения нарастания перемещения от прилагаемой нагрузки при совместной работе пенополиуретана и фанерного каркаса. Определена способность пенополиуретана в «термопанели», ограничивать перемещение фанерного каркаса под нагрузкой, способствующая повышению несущей способности «термопанели» в напряженно-деформированном состоянии.

5. Результаты испытаний напряженного состояния образцов «термопанелей» показали: прочность их является достаточной для восприятия всех видов длительных статических и динамических воздействий, со значительным коэффициентом запаса; средняя нагрузка на 1 м ^{2} – 14 кН/м, при требуемой максимальной расчетной нагрузке – 3 кН/м, что позволяет использовать «термопанели» в качестве основных быстросборных несущих элементов.

6. Разработан способ соединения утеплителя и стропил (металлических и деревянных) с использованием металлических и полиамидных крепежных элементов, (патент РФ «Способ соединения фальцевой кровли со стропилами и утеплителем» № 2533463, от 19.04.2014 г.).

7. Экспериментально установлен достаточный запас прочности дюбельного соединения при проведении испытаний на срез и разрывную нагрузку. При расчетной нагрузке на один дюбель 0,9 кН, с учетом постоянной, снеговой и кратковременной нагрузок, максимальная нагрузка дюбельного соединения составила – 1,39 кН; средняя прочность полиамидного крепежа – 27,6 МПа при требуемой расчетной прочности 25 МПа на один крепежный элемент. Определены тип, требуемый диаметр дюбелей и крепежных элементов,

8. Производственная проверка предлагаемой технологии в условиях стройплощадки показала, что за счет использования быстросборных унифицированных элементов заводского изготовления и дюбельной системы крепления появляется возможность безвыверочного выполнения монтажа, сокращения технологических операций, увеличения точности сборки

конструкций кровли, при использовании малогабаритных мобильных средств механизации; сокращение трудоемкости – 47,6 %, повышение уровня производительности работ – 87,8 %, увеличение коэффициента унификации – 50 %, коэффициента сборности – 63 %, сокращение продолжительности выполнения работ – 61 %, снижение сметной стоимости – 57, 93 %.

Норма времени, по данным хронометража, на установку 100 м^2 «термопанелей» составила 2,09 чел.-ч., что существенно меньше значения нормы времени на устройство 100 м^2 теплоизоляции из плит пенополиуретана равной 11,5 чел.-ч (ЕНиР Е7-14).

9. Разработана технологическая карта и технологический регламент совместно ООО «Разработки и внедрения технологических решений» (Р.Т.Р.) по новой технологии, произведена апробация технологии и внедрение способа монтажа при установке рядового покрытия холодной кровли ООО «Северо-Восточный транзит» и утепленной металлической кровли ООО «Разработки и внедрения технологических решений».

10. Предлагаемая технология может быть применима для малоэтажных зданий со скатными крышами, мансард, «мини» гостиниц, частного индивидуального домостроения, ангаров, в том числе и большепролетных, производственных и других подобных по назначению зданий, а также при реконструкции старых малоэтажных зданий.

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ:

Публикации в периодических научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Розанцева, Н.В. Реконструкция скатных кровель гражданских зданий [текст] / Юдина А.Ф, Розанцева Н.В. // Вестник гражданских инженеров №6 (35). СПбГАСУ – 2012. – С . 92–95. (0,125 п.л.).

2. Розанцева, Н.В. Изыскание рациональной технологии устройства и реконструкции вентилируемой фальцевой кровли [текст] / Розанцева Н.В.// Вестник гражданских инженеров, № 2 (43). – СПбГАСУ − 2014.– С. 92–97. (0,375 п.л.)

3. Розанцева, Н.В. Технология устройства быстросборной фальцевой кровли [текст] / Розанцева Н.В. //Экономика строительства № 4 (28). – 2014.– С. 40 – 49 (0,625 п.л.)

4. Розанцева, Н.В. Разработка ресурсосберегающей технологии устройства фальцевой кровли [текст] / Розанцева Н.В.// Промышленное и гражданское строительство №9 -2014. - С. 74 – 77 (0, 25 п.л.)

В прочих изданиях:

1. Розанцева, Н.В. Анализ конструктивно-технологических решений кровельных покрытий по критериям теплопроводности и влагостойкости [текст] //Актуальные проблемы строительства и архитектуры: материалы

международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и докторантов. СПб: СПбГАСУ, 2012. – Ч. I. – С. 226 – 229.

(0, 25 п.л.)

2. Розанцева, Н.В. «Ресурсосберегающая технология крепления элементов фальцевой кровли» [текст] / Юдина А.Ф., Розанцева Н.В. // «Современные направления технологии, организации и экономики строительства» / Доклады участников межвузовского научно-практического семинара. (СПб: ВИИТ ВА МТО имени ген. Армии А.В. Хрулева,) 2013.–вып. 16.– С. 143 – 146. (0,125 п.л.)

3. Розанцева, Н. В. Энергосберегающая технология устройства кровли [текст] / Юдина А.Ф., Розанцева Н.В. // Актуальные проблемы архитектуры и строительства: материалы V международной конференции. СПб: СПбГАСУ. 2013. –С. 486 – 491. (0,1875 п.л.)

4. Розанцева, Н.В. Технология соединения фальцевой кровли со стропилами [текст] / Розанцева Н.В. // Строительство, дизайн, архитектура: разработка научных основ создания здоровой среды обитания: сб. материалов международной научной конференции, г. Киров, 2013.– С. 56 – 62. (0,4375 п.л.)

5. Розанцева, Н.В. Технология быстросборной крыши [текст] // Эффективные строительные конструкции: теория и практика: Материалы XIII международной научно-технической конференции ПДЗ МК-141-113 памяти Барановой Т. И., Пенза, 2013.– С. 92 – 96. (0,15625 п.л.)

Патенты и изобретения:

1. Патент 2533463 Российская Федерация, МПК E04D 3/36 «Способ соединения фальцевой кровли со стропилами и утеплителем» / Розанцева, Н.В., Юдина А.Ф., заявитель и патентообладатель СПбГАСУ – № 2013132222/03, приоритет от 11.07.2013; опубликован 20.11.2014 г., Бюл. № № 32-4014 (0,125 п.л.)

2. Заявка на изобретение 2015116380 Российская Федерация, МПК E04C 2/26 «Теромпанель» для утепленных кровель / Розанцева Н.В., Юдина А.Ф.; заявитель и патентообладатель СПбГАСУ – 29.04.2015. – http://worldwide.espacenet.com – Решение от 05.05.2015. (0,125 п.л.)