

Рисунок 3 – Карта глобальной активности «Strava»

Таким образом, создание единого центра компетенций для анализа данных и выработки рекомендаций и технологических решений позволяет городским властям получить представление об общем ландшафте информации. Благодаря использованию различных данных о городе можно улучшить качество среды и выявить новые возможности для комплексного решения задач.

Благодаря использованию различных данных о городе можно улучшить качество среды и выявить новые возможности для комплексного решения задач.

Список цитированных источников

1. Data-driven, networked urbanism [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.spatialcomplexity.info/files/2015/08/SSRN-id2641802.pdf> — Дата доступа: 19.05.2018.
2. Открытые данные [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Открытые_данные – Дата доступа: 19.05.2018.
3. Москва для жизни и для развлечений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://yandex.ru/company/researches/2017/moscow_districts – Дата доступа: 19.05.2018.
4. Strava Global Heatmap [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.strava.com/heatmap> — Дата доступа: 19.05.2018.

УДК 624.04(043)

Пула К. Ю.

Научный руководитель: к. т. н., доцент Уласевич В. П.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛЫХ ПОЛОГИХ АРОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ ЗДАНИЙ ИЗ СТАЛЬНЫХ ХОЛОДНОГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ

Введение. Капитальное строительство жилых производственных и общественных зданий чаще всего сопровождается существенными материальными и временными затратами, необходимыми для их возведения. При этом общие стоимостные затраты в условиях длительной их эксплуатации существенно зависят от затрат на покрытие и кровлю: Так при усредненном сроке службы фундаментов, каменных стен и железобетонных перекрытий зданий в 150 лет кровля из рулонных материалов в 2+3 слоя может эксплуатироваться без ремонта 8+10 лет. Существенное влияние на стоимость оказывает утепление. Поэтому увеличить долговечность кровли и снизить стоимость несущих конструкций покрытия – задача актуальная как в научном, так и в практическом плане.

В покрытиях зданий общественного и промышленного назначения все большее применение находят пологие системы и арочные системы, обладающие повышенной деформативностью. К таким конструкциям в первую очередь следует отнести пологие арочные системы из легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК), а также бескаркасные пологие арочные своды-оболочки покрытий зданий из пологих стальных тонкостенных холодногнутых профилей (СТХП). Основное их достоинство – возможность совмещать в себе несущие и ограждающие функции.

В 1981 году в США была учреждена корпорация MIC Industries Inc., которая создала и внедрила технологию для изготовления арочных панелей для возведения бескаркасных металлических арочных зданий прямо на строительной

площадке MIC Industries, Inc. – единственная в мире корпорация, которая производит автоматические строительные машины, или так называемые передвижные строительные комплексы, позволяющие изготовить конструктивные элементы MIC-120 и MIC-240 толщиной 0,8+1,5 мм. Изготовленные на разработанной ими новой панелеформовочной установке «УВМ» [1] вышеназванные СТХП позволяют перекрывать пролеты арочных зданий до 36 м.

В настоящее время на мировом рынке предлагается широкий модельный ряд аналогов мобильного и стационарного оборудования типа «УВМ», выпускаемого в разных странах мира как в виде универсальных, так и узкоспециализированных машин, настроенных под конкретные типоразмеры профилей, позволяющих осуществлять производство дугообразных профилей не только за два, но и за один проход. Отметим, что бескаркасные арочные здания обладают не только высокой несущей способностью при относительно низкой себестоимости, но также и повышенной долговечностью (40+50 лет) в процессе эксплуатации.

Однослойные арочные своды из СТХП в покрытиях зданий. Указанные выше преимущества стимулировали ученых и проектировщиков на применение технологии строительства бескаркасных зданий из СТХП в покрытиях традиционных жилых и производственных зданий. Для этого потребовалось решить ряд задач, возникших в связи с переносом подвешенного бескаркасного арочного свода ($f/L=1.2+1.4$) с уровня фундамента на отметку покрытия здания, с чертанием его геометрии в виде пологого цилиндрического свода ($f/L=1.8+1.12$).

Расчетные модели таких систем в настоящее время могут быть успешно решены в связи с разработкой деформационного метода расчета и его реализацией в программном комплексе (ПК) StarsCAD [2].

В этой связи появилась возможность использовать StarsCAD в качестве виртуального инструмента для разработки пологих арочных сводов из СТХП типа MIC для покрытий зданий, совмещающих в себе несущие и ограждающие функции.

Результат выполненного нами поиска эффективных конструктивных решений покрытий в виде пологих арочных сводов из СТХП – *Арочный блок покрытия* [3], отличающийся тем, что его несущей и ограждающей частью является арочный свод расчетной ширины, собранный в один слой из арочных элементов типа MIC-240, соединенных между собой закаткой фальцевого замка, и прикрепленный по торцам на самонарезающих винтах к специальным контурным балкам, обеспечивающим совместно с затяжкой, установленной между контурными балками, достаточные условия для восприятия распора арочного блока (рисунок 1). Затяжка соединена с несущей арочной оболочкой из холоднотянутых арочных профилей вертикальными V-образными распорками через поперечные распределительные балки. Такое сопряжение затяжки и свода-оболочки арочного блока существенно улучшает работу свода-оболочки блока на сдвиг, это, с одной стороны, позволяет снизить повышенную деформативность блока до нормативных значений, а с другой – существенно облегчить работу контурных балок покрытия в промежутке между затяжками под воздействием эксплуатационной нагрузки за счет эффекта сдвиговой жесткости арочного свода. Кроме того, такая конструкция арочного блока покрытия значительно повышает его общую устойчивость.

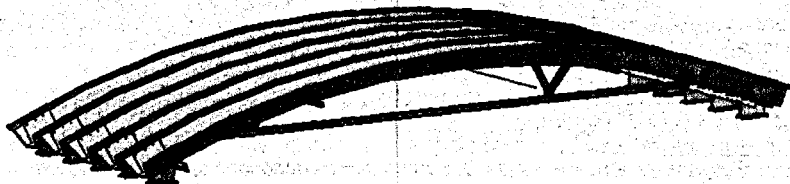


Рисунок 1 – Арочный блок покрытия (патент на полезную модель)

Сборка арочного блока покрытия в монтажную единицу осуществляется на специальном монтажном стенде, установленном на земле. Арочные блоки покрытия в последующем монтируются в проектное положение на специально подготовленные стены здания с опиранием через систему монтажных опор и соединяются между собой по длине также закаткой монтажного фальцевого замка.

Однако широкое применение их в покрытиях зданий сдерживается поиском эффективных технических решений на устройство теплых покрытий.

В утепленных покрытиях однослойные пологие арочные своды-оболочки из СТП, выполняющие несущие и ограждающие функции, а утеплитель крепят с внутренней стороны. Корпорация MIC Industries, Inc. предложила выполнять утепление свода-оболочки с внутренней стороны путем напыления пенополиуретана (ППУ) расчетной толщины. Пенополиуретан обладает высочайшей адгезией с металлической поверхностью и силой сцепления, что позволяет использовать напыление ППУ на горизонтальных поверхностях. Поверхность, покрытая ППУ, обладает повышенной гидроизоляцией и пароизоляцией, что позволяет снизить расходы на использование дополнительных материалов для изоляции. Его наносят под давлением в жидком виде. Нанесенный на протяжении 5-10 см пенополиуретан вспенивается и затвердевает, не оставляя при этом щелей и пустот. Кроме того, нанесенный пенополиуретан придает конструкции покрытия дополнительную жесткость, образуя при этом двухслойный монолит.

Нами предложен комбинированный способ утепления с внутренней стороны бескаркасного арочного покрытия из СТП с использованием утеплителя "Пенофол-2000 С-10" [4], наклеиваемого на предварительно напыленный слой пенополиуретана "Эластоспрей 1622/32" (BASF). Толщина слоя пенополиуретана устанавливается расчетом с учетом эффекта "отражающая изоляция" утеплителя "Пенофол-2000 С-10". Эффективность предложенного способа утепления достигается оптимальным использованием положительных свойств обоих материалов: пенополиуретан обладает высочайшей адгезией и силой сцепления со сталью; "Пенофол-2000 С" позволяет сэкономить 30-40% энергии, обеспечивает высокую паро- и теплоизоляцию, создавая благоприятный климат для проживания.

Двухслойные арочные своды из СТП в покрытиях зданий. Двухслойные бескаркасные арочные покрытия из СТП проектируют так, чтобы оба слоя могли выполнять несущие функции, что дает возможность перекрывать пролеты 24+36 м. Несущие слои скрепляют между собой прогонами-связями в виде Z-образных, С-образных, П-образных или шляпных профилей.

Двухслойные теплые арочные своды-оболочки покрытий могут быть запроектированы с нижним несущим слоем их СТП и верхним ограждающим слоем из профилей под так называемую фальцевую кровлю (рисунок 2).

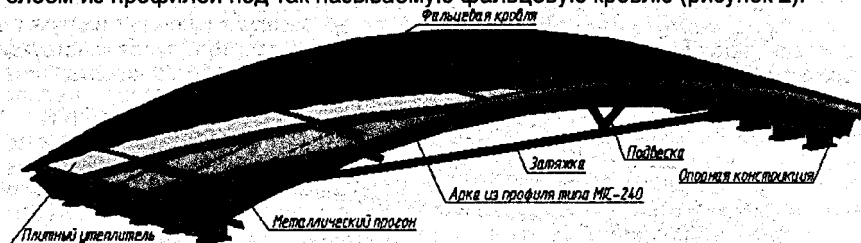


Рисунок 2 – Арочный блок двухслойный из пологого арочного покрытия

Между несущими слоями укладывают утепляющий материал. При этом ограждающие функции выполняет верхний слой свода-оболочки. В качестве утеплителя используются плиты из стекловаты или минеральной ваты.

Производство стеклянной ваты основывается на использовании вторсырья, а именно – соды, песка, стекла, известняка. Стекловата – это изоляционный волокнистый материал. Основой хорошей изоляционной способности является статистический воздух, который закрыт волокнами. Уровень теплопроводности стекловаты довольно низкий. Открытая конструкция позволяет стекловате максимально поглощать звук. Стекловата выдерживает процесс старения, деформации, сохраняя свои положительные свойства на протяжении многих лет.

Минеральная вата также является ценным материалом по причине свойств ее структуры – расположения волокон в любом направлении и под любым углом относительно друг друга. При таком расположении волокна плотно сплетаются между собой, обеспечивая тем самым высокую плотность изделий и максимально возможную сопротивляемость каким-либо механическим воздействиям. По этой причине с годами теплоизоляционные плиты из минеральной ваты не деформируются, толщина теплоизоляционного слоя не уменьшается и не уплотняется. Время эксплуатации не влияет на высокий уровень теплозащитных характеристик плит из минеральной ваты.

Преимущества утепления покрытия минеральной ватой:

- устойчивость минеральной ваты к высокой температуре;
- низкая реакция минеральной ваты на воздействие химических веществ;
- минеральная вата отличный материал для тепло- и звукоизоляции.

Недостатки утепления минеральной ватой:

- минеральная вата содержит канцерогенные фракции, фенолформальдегидную смолу, которые выделяют вредные вещества, опасные для здоровья; использование минеральной ваты требует соблюдать меры предосторожности, а именно избегать прямых контактов.

Для утепления двухслойных бескаркасных арочных покрытий из СТПП успешно применяют также плитные утеплители или утеплители в виде монолитных теплоизоляционных составов типа пенобетон, симпролит-полистиролбетон [5] и др. Эффект утепления в этом случае достигается за счет низкой теплопроводности материала и так называемой конвекции.

Симпролит-полистиролбетон представляет собой новый вид легкого бетона на основе агрегата из вспененных гранул полистирола. Он изготавливается на основе гранул пенопласта, портландцемента, воды и специальных добавок [5].

Преимущества применения симпролита:

- небольшая объемная масса, т. е. высокая пористость;
- удовлетворительная механическая прочность;
- небольшое водопоглощение, огнестойкость;
- хорошие теплоизоляционные свойства, морозостойкость;
- удовлетворительная паропроницаемость и воздухопроницаемость;
- химическая и биологическая стойкость, не токсичность;
- приемлемая цена себестоимости.

Технология возведения бескаркасных арочных зданий. Изготовление арочных профилей, как правило, производится на месте возведения покрытия из рулонной оцинкованной стали толщиной от 0,6 до 1,5 мм, в зависимости от проектируемой ширины конструкции, установленной проектом. В первый заход стальной лист профилируется в плоский профиль, а вторым заходом формируется в арку требуемой кривизны. Между собой арки скрепляются фальцевым замком в секции по 3-5 штук с помощью специальной автоматической закаточной машинки, которая поставляется в комплекте оборудования USM.

Перед монтажом арочных секций на проектную отметку должны быть смонтированы опорные конструкции, воспринимающие в проектном положении распор.

Рабочий проверяет надежность креплений таких элементов. Требуется установить барьеры безопасности на свободных краях покрытия, обеспечивающие возведение конструкции на высоте. После выполнения этих требований приступают к непосредственному монтажу арочного свода-оболочки.

Первый арочный блок (3-5 элементов) разгрузочным приспособлением подается к месту монтажа. Здесь на каждой из опор должны находиться два рабочих для поддержки конструкции. Крепежи (зажимные планки) до конца не затянуты. На этом этапе арочный блок все еще подстраховывается разгрузочным приспособлением. Третий рабочий наверху освобождает захваты разгрузочного приспособления. После того как рабочий занимает безопасное положение, кран разворачивает разгрузочное приспособление и берет следующий блок. К этому моменту крепежные и самонарезающие болты, соединяющие арочный блок с опорными конструкциями, должны быть окончательно выверены и затянуты.

После монтажа нижнего слоя арочного свода можно устанавливать прогоны-связи. Они могут состоять из холодногнутых профилей открытого профиля или так называемых шляпных профилей. Они устанавливаются по направлению к вершине на заданном в проекте расстоянии. По возможности расстояние между связями-распорками должно соответствовать стандартной ширине изолирующих материалов, чтобы исключить ненужный раскрой изоляции.

После раскладки утеплителя монтируют верхний ограждающий слой.

Технологи монтажа и выполнение подготовительных работ по ее выполнению существенно упрощается при организации возведения пологих бескаркасных арочных покрытий из СТП типа MIC-240 с применением предварительно укрупненной на земле монтажной единицы «АРОЧНЫЙ БЛОК ПОКРЫТИЯ», разработанной в соавторстве [3], защищенный патентом на полезную модель. Наглядное представление об однослойной монтажной единицы «АРОЧНЫЙ БЛОК ПОКРЫТИЯ» дает 3D-модель, представленная на рисунке 1.

Двухслойная конструкция «АРОЧНЫЙ БЛОК ПОКРЫТИЯ» с плитным утеплителем представлена в формате 3D-модели на рисунке 2.

Список цитированных источников

1. M.I.C. Industries [Electronic resource]. – 2018. – Mode of access: <http://www.micindustries.com/>. – Date of access: 28.03.2018.

2. Уласевич, В.П. Деформационный расчет бескаркасных арочных покрытий из стальных тонкостенных холодногнутых профилей / В.П. Уласевич, Д.А. Жданов // Вестник Брестского гос.техн. ут-та. –2015. – №1 : Строительство и архитектура. – С. 66–72.

3. Арочный блок покрытия : пат.ВУ 11691 на полезную модель / В.П. Уласевич, Д.А. Жданов, К.Ю. Пула. – Брест: БрГТУ, – 2017.

4. Утеплитель Пенофол 2000 С. [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.technjsintez.by/>. – Date of access: 15.05.2018.

5. Симполит строительные элементы. [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.know-house.ru/>. – Date of access: 15.05.2018.

УДК 691.328.32

Рыбакова И. В.

Научный руководитель: к. т. н., Кривицкий П. В.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕГКИХ БЕТОНОВ В ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ

В рамках данной работы выполнен краткий исторический обзор развития и определены области применения в современном строительстве легких бето-