

Организационно-технологические особенности устройства скатных кровель при использовании SIP-технологии

Лапидус Азарий Абрамович,

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология и организация строительного производства», заслуженный строитель РФ (Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет), lapidus58@mail.ru

Давлятшин Камиль Альбертович

магистр 2-го курса института ИСА (Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет), kamildavlyatshin@yandex.ru

Синицына Софья Борисовна,

магистр 2-го курса института ИСА (Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет), fanny-boo@mail.ru

Евстигнеев Виктор Дмитриевич,

магистр 2-го курса института ИСА (Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет), victor88112@gmail.com

Основой этой работы послужило исследование по поиску наиболее подходящего типа кровельной системы для малоэтажных многоквартирных жилых домов. В статье описана классификация кровельных систем зданий в зависимости от угла наклона кровли и описаны параметры, определяющие его. Обозначены основные трудности, возникающие при устройстве кровельного ковра и чем они вызваны. Предложено решение по модернизации стандартной стропильной системы путем симбиоза с системой SIP. Приведены основные решения, обеспечивающие плотное и надежное сопряжение структурных изолированных панелей при использовании их в качестве сплошной обрешетки и теплоизоляционного материала. В статье приведено описание и схемы различных вариантов разрезки панелей на кровле, которые определяют роль стыковочных элементов между ними. При данном применении технологии SIP становится возможным использование стыковочных брусьев, не только в качестве соединительного элемента, но и в качестве прогона между плитами, что позволяет сократить количество пиломатериалов при устройстве стропильной системы. В статье приведена уникальная классификация в зависимости от роли стыковочных элементов и наличия промежуточных опор для панелей, также определена практическая значимость при возведении объектов с использованием данного решения и опыт использования комбинаций традиционных технологий наряду с SIP технологией при возведении зданий.

Ключевые слова: скатные кровли, структурная изолированная панель, теплоизоляция, SIP, стропильная система, мауэрлат, прогон, стыковочный брус, шпоночное соединение.

Выразительность внешнего облика здания формируется благодаря многим приемам и параметрам, в качестве которых выступают, как формы фасадов, так и их цветовая гамма.[1] Значительный вклад в формирование архитектурного образа сооружения вносит и конструкция кровли, которой, как правило, уделяется должное внимание при проектировании и оценке влияния на общий силуэт объекта строительства. При устройстве кровли для обеспечения водоотведения и сброса снега, в условиях наших климатических зон, ее верхнюю поверхность, в основном, выполняют наклонной. По величине угла наклона ската к горизонту различают три группы крыш: крутые (с уклоном ската более 15%), пологие (от 4 до 15%), плоские (2-3%) [2]. Значение угла определяется не только из конструктивных соображений, но и зависит от гидроизоляционных показателей кровельного ковра и непроницаемости его стыков. [3]

Любая кровля подвержена множеству нагрузок силового и не силового характера. [4] Схема их приложения приведена на рис. 1. При выполнении перекрытий последнего этажа без утепления (или при отсутствии их – лофт-этаж), особое внимание, наряду с утеплением стеновых конструкций, требует теплоизоляция крыши. В соответствии с законами конвекционной передачи тепла, воздух большей температуры поднимается кверху, следовательно, теплопотери через крышу будут ощутимы в объеме всего здания, хотя и будут в значительной мере зависеть от объемно-планировочного решения.[5] Помимо этого, взаимодействие нагретого внутреннего воздуха с холодными слоями покрытия будет неизбежно сопровождаться образованием конденсата, который разрушает отделочные и несущие слои. То есть кровельная система требует комплексного и взвешенного подхода при принятии решения по ее составу, выбору изоляционных материалов и конструктивного решения.

Современные технологии возведения скатных крыш шагнули вперед благодаря возможности использования SIP-технологии (англ. Structural Insulated Panel – структурная изолированная панель). SIP панель состоит из двух ориентировано-стружечных плит толщиной по

12 мм и заключенного между ними жесткого плитного утеплителя. В качестве теплоизоляции выступает вспененный (ПСБ-С) или экструдированный (ЭПП) пенополистирол или пенополиуретан (ППУ). [6] Первый тип панелей с применением ПСБ-С имеет наибольшее распространение на территории России. Все слои объединяются с помощью полиуретанового клея и подвергаются прессовой обработке. Общий вид панели приведен на рис. 2.

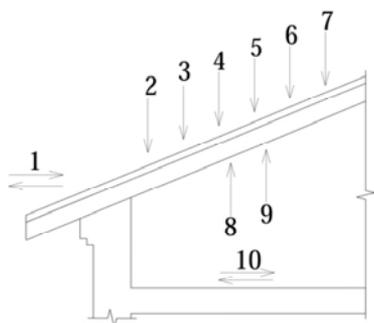


Рис. 1. Схема приложения нагрузок и воздействий на кровлю. 1 - Ветровая горизонтальная нагрузка; 2 - постоянная вертикальная нагрузка; 3 - временная вертикальная нагрузка (снеговая, эксплуатационная); 4 - температура наружного воздуха; 5 - солнечная радиация; 6 - атмосферные осадки; 7 - химические агрессивные вещества, содержащиеся в воздухе; 8 - диффузия водяного пара; 9 - температура воздуха чердачного пространства; 10 - движение воздушных потоков в чердачном пространстве.



Рис. 2. Структурная изолированная панель. 1,3 – ориентировано – стружечные плиты; 2 – жесткий плитный утеплитель.

Панели применяются при возведении межкомнатных перегородок, стен и перекрытий (покрытий) и имеют толщины 124, 174 и 224 мм соответственно. Традиционные размеры панелей привязаны к размерности стандартных листов ОСП и их высота составляет 2.5 м, 2.8 м или 3.00 м. Ширина - 1.25 м, такие панели используются только для стен или перегородок, а для перекрытий (покрытий) применяются панели шириной 0.625 м, это обусловлено необходимо-

стью размещения стыковочного бруса между панелями, обеспечивающего требования первой и второй группы предельных состояний.

Соединение панелей может осуществляться классическим способом с использованием цельного деревянного бруса высотой 100 мм и соответствующей толщины утеплителя для каждого типа панелей, то есть 100 мм, 150 мм или 200 мм.[7] Второй способ - соединение с использованием двух шпонок, которые представляют собой плиты ОСП шириной 100 мм и длиной равной высоте панели. При соединении указанные места заполняются монтажной полиуретановой пеной, а стыковочные элементы (брусья, шпонки) вставляются при помощи киянки или легкого молотка. Для перегородок и стен применимы оба способа, а для перекрытий (покрытий), исходя из прочностных характеристик - только первый. Оба способа приведены на рис. 3,4.

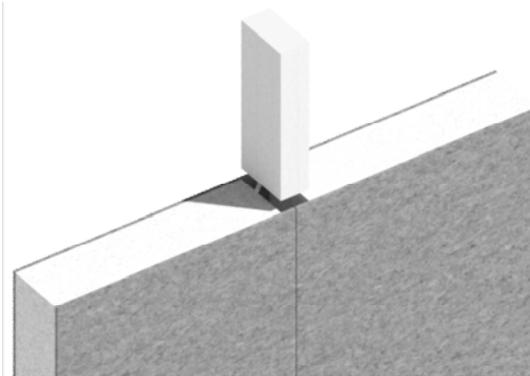


Рис. 3. Соединение панелей с применением стыковочного деревянного бруса.

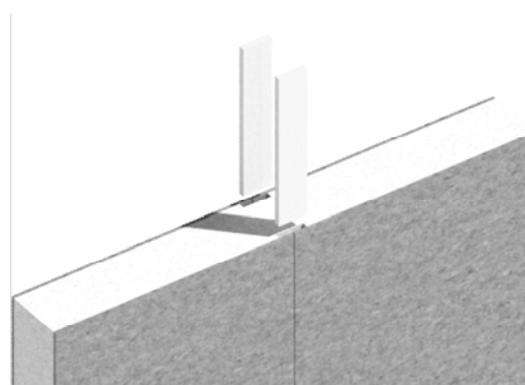


Рис. 4. Соединение панелей с применением стыковочных шпонок

При строительстве с использованием SIP технологии принято возводить все несущие и ограждающие надземные конструкции без применения иных материалов. Однако на сегодняшний день существует ряд проектов, в которых удалось добиться удачного сочетания традиционных и SIP технологий. За рубежом суще-

ствуют проекты монолитных многоэтажных железобетонных домов с применением SIP панелей в качестве наружных ограждающих конструкций. Примером в отечественной практике строительства является малоэтажный многоквартирный жилой дом в г.Рошаль Московской области, первый этаж которого возведен из сборного железобетона, а последующие стены и перекрытия из SIP, с облицовкой наружных стен керамическим фасадным кирпичом.

Кровельные SIP панели в совокупности со стропильными ногами и прогонами образуют целостную систему, поверх которой будет устраиваться гидроизоляционное покрытие. Схему разрезки панелей и места их сопряжений с балками диктует шаг несущих вертикальных конструкций здания, в соответствии с ним возможны следующие варианты формирования кровельной системы. При малых пролетах панель будет перекрывать расстояния от карниза до коньковой балки без промежуточных опор (Рис. 5а). При необходимости в середине пролета будет устанавливаться дополнительный прогон, который выступает исключительно в роли промежуточной опоры для длинной панели (рис. 5б) или позволяет совмещать данное назначение, одновременно являясь стыковочным брусом между панелями (рис. 5в). При значительных пролетах используется иное решение, в котором стропильная система выполняется традиционной, но с большим шагом стропильных ног что позволяет в значительной мере снизить материалоемкость конструкции, а поверх них укладываются панели ориентированные вдоль здания, которые соединяются стыковочным брусом (рис. 5г).

Данный способ совмещения наилучших организационно-технологических показателей каждой из технологий, в том числе при устройстве скатных кровель из SIP панелей, при котором несущие вертикальные конструкции будут возведены по традиционной схеме, позволяет снизить трудозатраты и повысить темпы строительства. Выдвигая на первый план основное преимущество SIP-кровли в отсутствии необходимости устройства полноценной стропильной системы, так как в роли стропил будут выступать стыковочные брусья между панелями.

Данное решение позволяет максимально упростить процесс монтажа несущих конструкций скатной кровли в отличие от традиционной, а сам гидроизоляционный ковер выполнять из стандартных штучных или листовых материалов. Таким образом, внедряя данную технологию наряду с типовыми становится возможным сокращать сроки строительства здания путем заимствования наилучших организационно-технологических параметров каждой из них. Именно это позволяет влиять на критический

путь строительства объекта не только благодаря ресурсному методу, но и технологическому.

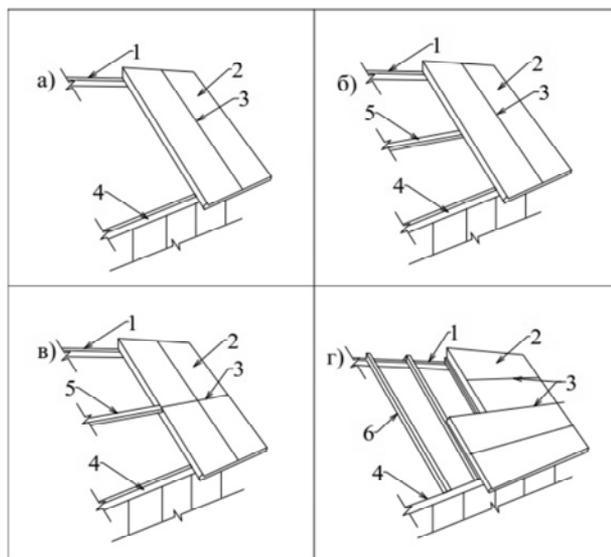


Рис. 5. Схемы разрезки при монтаже кровельных SIP панелей. а – висячая схема; б – наклонная продольная схема; в – наклонная совмещенная; г – наклонная поперечная 1- Коньковый прогон; 2 - кровельная SIP панель; 3 - стыковочный брус 4 – мауэрлат; 5 – прогон; 6 - стропильная нога.

Литература

1. Крушлинский В.И., Федорова О.С. Взаимосвязь в формообразовании архитектурных деталей фасадов домов и местных природно-климатических условий.// Инновации в социокультурном пространстве. 2015. С . 18-21.
2. Маклакова Т. Г. Проектирование жилых и общественных зданий.- М., 1998.-400 с.
3. СП 17.13330.2011 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76.
4. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*
5. Группа компаний «ЭКСТРОЛ». Высокоэффективная теплоизоляция кровли// Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века №6. 2012. С. 14-15.
6. Муря В.А. СИП технологии. Возможность изменения структуры каркаса и модификация панелей.// Строительство – форматирование среды жизнедеятельности. 2016. С. 356-357.
7. Муря В.А., Лалидус А.А. и др. Анализ и сравнение технологий монтажа быстровозводимых зданий в России и Море.// Точная наука. 2016. С. 17-20.
8. СП 31-105-2002 Проектирование и строительство энергоэффективных одноквартирных жилых домов с деревянным каркасом.
9. Лалидус А.А. Потенциал эффективности организационно-технологических решений строительного объекта // Вестник МГСУ. 2014. № 1. с. 175-180.

Organizational and technological features of mono-pitched roof when using sip technology

Lapidus A.A., Davlyatshin K.A., Sinitsyna S.B., Yevstigneyev V.D.

National Researching Moscow State University of Civil Engineering

The basis of this work is a study on the search for the most suitable type of roofing system for low-rise multi-apartment buildings. The article describes the classification of roofing systems of buildings depending on the angle of the roof slope and parameters that determine it. Main difficulties that happen when constructing a roofing carpet and their causes were designated. A solution was proposed for modernization of the standard rafter system by symbiosis with the SIP system. Basic solutions, providing dense and reliable interfacing of structural insulated panels when using them as a continuous lath and heat insulating material were pointed. Description and diagrams of various options for cutting panels on the roof, which determine the role of docking elements between them were listed in this article. With this application of SIP technology, it is possible to use docking beams not only as a connecting element, but also as a purlin between the slabs, which makes it possible to reduce the amount of lumber in the rafter system. The article presents a unique classification depending on the role of the docking elements and the availability of intermediate props for panels, also the practical importance for the construction of facilities using this solution and the experience of using combinations of traditional technologies along with SIP technology for the erection of buildings have been determined.

Key words: mono-pitched roof, structural insulated panel, heat insulating, SIP, rafter system, wall plate, purlin, docking beam, key joint

References

1. Krushlinsky V.I., Fedorova O.S. Vzaimosvyaz in shaping of architectural details of facades of houses and local climatic conditions.//Innovations in sociocultural space. 2015. Page 18-21.
2. Maklakova T. G. Design of residential and public buildings.-M, 1998.-400 pages.
3. Joint venture 17.13330.2011 Roofs. The staticized editorial office Construction Norms and Regulations II-26-76.
4. Joint venture 20.13330.2016 Loadings and influences. The staticized editorial office Construction Norms and Regulations 2.01.07-85 *
5. EKSTROL group of companies. Highly effective heat insulation of a roof//Construction materials, equipment, technologies of the 21st century No. 6. 2012. Page 14-15.
6. Mur V. A. VULTURE of technology. Possibility of change of structure of a frame and modification of panels.//Construction – formatting of the environment of activity. 2016. Page 356-357.
7. Mur V. A., Lapidus A.A., etc. The analysis and comparing of technologies of mounting of pre-fabricated buildings in Russia and the Pattern.//Exact science. 2016. Page 17-20.
8. The joint venture 31-105-2002 Design and construction of energy efficient one-apartment houses with a wooden frame.
9. Lapidus A.A. Potential of efficiency of organizational technology solutions of a construction object//Messenger of MGSU. 2014. No. 1. page 175-180.