**ВЕСТНИК ПНИПУ.
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА
Т. 7, № 3, 2016
PNRPU BULLETIN.
CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE**
<http://vestnik.pstu.ru/arhit/about/inf/>

DOI: 10.15593/2224-9826/2016.3.02

УДК 692.42/.47

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО КРОВЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ПЕРМСКОГО КРАЯ

А.А. Азимбаева, С.А. Сазонова

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия

О СТАТЬЕ

Получена: 04 мая 2016
Принята: 27 мая 2016
Опубликована: 30 сентября 2016

Ключевые слова:

кровля, крыша, стоимость, технология, состав покрытия, оптимальный вариант, нагрузки, свойства материалов, область применения, кровельные материалы, уклон

АННОТАЦИЯ

Приведен обзор ассортимента кровельных материалов, доступных на рынке Пермского края. Представлены результаты исследования вариантов кровли по соотношению цена – качество для индивидуального жилого дома в Пермском крае. Проанализированы физические свойства рассмотренных кровельных материалов. Разработана сводная таблица достоинств и недостатков для каждого кровельного покрытия на основе характеристик, описанных в научной литературе и рекомендациях производителей. Выявлен наиболее оптимальный вариант кровельной конструкции для климатических условий Пермского края, учитывая технические и экономические характеристики материалов, а также снеговую и ветровую нагрузку в пределах Пермского края.

© ПНИПУ

© Азимбаева Анастасия Артуровна – бакалавр, e-mail: asimbaevan@gmail.com.
Сазонова Светлана Александровна – аспирант, e-mail: feliks150@mail.ru.

Anastasiia A. Azimbaeva – Student, e-mail: asimbaevan@gmail.com.
Svetlana A. Sazonova – Postgraduate Student, e-mail: feliks150@mail.ru.

SELECTION OF OPTIMAL ROOFING MATERIAL IN THE CLIMATIC CONDITIONS OF PERM REGION

A.A. Azimbaeva, S.A. Sazonova

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

ARTICLE INFO

Received: 04 May 2016
Accepted: 27 May 2016
Published: 30 September 2016

Keywords:

roofing, roof, cost, technology,
coating composition, the best
option, loads, material properties,
area of application, roofing
materials, slope

ABSTRACT

Scientific and technological progress doesn't stand still, every year there is a wider choice of different construction materials and technologies. There is a huge number of roofing materials represented on the market that differ in price, composition and the method of installation. Therefore, the aim of our study is to observe the range of roofing materials and choose the most optimal option of roofing in terms of price – quality relationship for the residential building in Perm region. The article provides classification of roofing materials by physical properties. We have determined the advantages and disadvantages of both, the time-tested and the new, innovative materials. It's impossible to embrace the entire range of roofing materials, that's why the most common and the most diverse in their properties. Also, physical properties of all roofing materials that we've chosen had been analyzed. The most optimal option of roofing construction had been selected taking into consideration technical and economical properties of materials as well as wind and snow load in Perm region. The study analyzed and chose the most appropriate and optimal options of roofing materials. The minimum and maximum cost has been given for each of chosen materials for the construction of 1 sq. m. of the roof including the labor.

© PNRPU

В последнее время в России набирает популярность индивидуальное строительство. Одной из главных составляющих индивидуального жилого дома, помимо дизайна, местоположения и планировки, являются материалы, которые используются при его возведении, поскольку именно от них зависят долговечность, стоимость обслуживания и комфорт дома. Немаловажным фактором является также цена. Сложно найти материал с оптимальным соотношением цена – качество.

Крыша – это один из значимых элементов конструкции здания, поскольку она служит защитой сооружения от дождя, снега, солнца. Кровля – верхний элемент крыши, открытый воздействию атмосферы [1]. Классификация кровельных материалов по физическим свойствам приведена на рис. 1.

Научно-технический прогресс не стоит на месте, с каждым годом становится шире выбор строительных материалов и технологий. На рынке представлено огромное количество кровельных материалов, разных по составу, способу установки и цене. Разобраться в них порой сложно даже профессионалу, а непосвященному человеку – тем более. Таким образом, перед тем как приступить к оценке технико-экономических показателей кровельных материалов, необходимо рассмотреть подробнее материалы, представленные на рынке. Охватить весь ассортимент невозможно, к тому же существует множество схожих по свойствам и взаимозаменяемых материалов. Исходя из этого, авторы выбрали из каждой группы наиболее распространенные и часто встречающиеся материалы, при этом разнообразные по техническим характеристикам.

Битум – древнейший строительный и отделочный материал, который и сейчас является составляющей многих строительных материалов, в том числе кровельных. Одним из первых кровельных материалов, который производили на его основе, является рубероид. Рубероид – это рулонный материал для кровли, основа которого картон с битумной

Рис. 1. Классификация кровельных материалов

Fig. 1. Classification of roofing materials

пропиткой [2]. Долгое время рубероид в нашей стране был одним из наиболее распространенных кровельных материалов. Однако с развитием новых технологий и появлением более совершенных материалов он отходит на второй план и сейчас все чаще используется в качестве вспомогательного слоя для устройства кровли. Рубероид имеет ряд достоинств, например: его легко транспортировать, так как производители упаковывают его в компактные рулоны шириной 1 м и длиной 10 или 15 м, материал нехрупкий, относительно нетяжелый (рулон весит порядка 26 кг), не является источником дополнительного шума при эксплуатации. Диапазон его применения на различных уклонах кровли достаточно широк и практически не ограничен, зависит в основном лишь от количества слоев. Рубероид является одним из немногих материалов, подходящих для устройства плоских кровель. Цена – его главное достоинство, она варьируется в пределах от 20 до 50 руб. за 1 м² покрытия. Однако список его недостатков также велик. Срок реального использования без ремонта не превышает пяти лет, к тому же существуют жесткие погодные ограничения для проведения работ (температура не ниже +5 °С и исключительно на сухое основание) [2]. Процесс установки довольно трудоемкий, требует дополнительной техники, навыков и знаний, а большое количество швов и нахлестов увеличивает вероятность возникновения протечек и негерметичность (рис. 2). Рубероид чаще всего используют для монтажа кровли хозяйственных построек, промышленных зданий и гаражей.

Одной из новинок на рынке рулонных материалов является полимерная мембрана. Она обладает наиболее высокими эксплуатационными характеристиками по сравнению с устаревшими аналогами, ее свойства часто сравнивают со свойствами человеческой кожи. Полимерные мембраны имеют нулевую водонепроницаемость, что обеспечивает устойчивость покрытия к стоячей воде и льду, но при этом они пропускают испарения, что предотвращает появление грибков и плесени. Это достаточно гибкий материал, следовательно, есть возможность его использования на крышах различных конфигураций [3]. Срок службы без ремонта составляет 25–30 лет, а эксплуатация достигает 50 лет, материал удобен и безопасен при монтаже. Стоимость мембраны, соответственно, высока, начи-

нается от 250 руб. за 1 м². Стоит также учесть, что установка такого материала требует труда квалифицированных рабочих, на оплату которого придется затратить около 100–200 руб. за 1 м². Мембраны разработаны с учетом возможности их использования в суровых климатических условиях, монтаж производится круглый год. Полимерная мембрана является универсальным материалом, так как подходит для установки на крышах любых форм и размеров. Это востребованный материал для крупных промышленных, складских и торговых помещений (рис. 3). Угол уклона покрываемой крыши составляет от 0 до 90°, является оптимальным материалом для устройства плоской кровли из-за своих гигроскопических свойств. Материал огнестойкий, чего нельзя сказать о битуме.

Рис. 2. Процесс кровли крыши рубероидом
Fig. 2. The device of a roof of ruberoid

Рис. 3. Мембранная кровля промышленного здания
Fig. 3. Membrane roof industrial building

Мастичная крыша, относящаяся к разряду монолитных кровель, также производится на основе битума (рис. 4). После отверждения она представляет собой цельное эластичное покрытие, похожее на резину. Мастика обладает высокой износоустойчивостью и гидроизоляцией за счет отсутствия швов и стыков, что делает ее привлекательным материалом для покрытия промышленных зданий [4]. Чаще всего она используется для устройства плоских кровель или крыш с небольшим уклоном скатов с применением армирующей сетки. По сравнению с другими технологиями, требует меньших трудозатрат ввиду высокой степени механизации работ, но необходимо строго придерживаться технологии при устройстве кровель из подобного материала. Например, не допускается укладка на влажное основание или в преддверии выпадения осадков, также необходимо добиться равномерной толщины покрытия. Мастика – недорогой и экологичный материал.

Рис. 4. Мастичная крыша
Fig. 4. Mastic roof

Шифер, наряду с другими материалами, также не теряет актуальности, успешно конкурируя с новинками кровельных покрытий. Он и по сей день остается одним из наиболее популярных материалов. Средний срок службы шифера – от 30 до 40 лет, без ремонта выдерживает порядка 12–15 лет [5]. Материал обладает высоким уровнем пожаробезопасности, с легкостью может выдержать любые воздействия окружающей среды, обладает низкой теплопроводностью, обеспечивая минимальный нагрев в жаркие и солнечные дни [6]. Обладает хорошей звукоизоляцией во время дождя и града, что подойдет любителям тишины. Оптимальный уклон – выше 10° , но не более 50° . Именно в таком диапазоне чаще всего и устраивается кровля, поэтому ограничения в уклоне не являются проблемой. Главным его достоинством является цена: шифер – один из наиболее дешевых материалов. Он также весьма прост в установке, для которой не требуется особых навыков и инструментов, справиться с устройством крыши из шифера можно без специальной подготовки. Однако существует и ряд недостатков, таких как неэкологичность (в состав входит асбест), негерметичность в стыках, невзрачный внешний вид (рис. 5), хрупкость при ударах и падениях, довольно внушительный вес (около $13 \text{ кг на } 1 \text{ м}^2$), что создает неудобства при транспортировке и установке. Подходящий материал для индивидуального строительства экономкласса, покрытия гаражей, складов и т.д.

Рис. 5. Шиферная кровля
Fig. 5. The slate roof

Не следует забывать и про металлические листовые материалы, которые занимают значительный сегмент на рынке кровельных покрытий. Рассмотрим профнастил. Это профилированные листы, изготовленные из тонколистовой стали (могут быть с полимерным покрытием) [7]. Кровли из такого материала имеют эстетичный вид и широкую цветовую палитру (рис. 6). Металлический профиль имеет ряд неоспоримых достоинств, которые гарантируют ему высокие позиции на рынке строительных материалов. Он легкий и прост в монтаже, что позволяет избежать применения специальной техники и найма квалифицированных рабочих, а следовательно, дает возможность значительно сэкономить. Простой в уходе и долговечный материал, приблизительный срок службы составляет более 50 лет, стойкий к атмосферным влияниям, имеет антикоррозийные свойства, огнестойкий [8]. Цена профнастила также является его достоинством и составляет порядка 130–300 руб. за 1 м². Из недостатков профнастила можно выделить разве что высокий уровень шума при атмосферных осадках. Однако этот недостаток компенсируется множеством его достоинств и решается путем устройства дополнительной шумоизоляции, что приводит к дополнительным затратам.

Рис. 6. Кровля из профнастила
Fig. 6. The roof of corrugated board

Металлическая черепица – металлический кровельный материал, являющийся вариацией профлиста [9]. Отличие заключается в том, что, кроме продольных волн, у нее еще есть поперечные ступеньки, что положительным образом влияет на снегозадержание и, следовательно, является достоинством данного материала. Недостаток состоит в том, что ею предпочтительно укрывать крыши с простой геометрией. При устройстве вальмовых и шатровых конструкций получается слишком много отходов. Металлочерепица выглядит довольно эстетично при сравнительно невысокой стоимости. Широкий спектр цветовых решений дает возможность подобрать оттенок кровельного покрытия, гармонирующий с общим обликом дома. Небольшой вес материала ($5\text{--}7\text{ кг/м}^2$) не требует дополнительных затрат на усиление стропильной системы, не оказывает высокой нагрузки на строительные конструкции и фундамент сооружения [9]. Простая технология монтажа позволяет выполнять укладку кровельного покрытия непрофессионалам, для работы не требуется специальное оборудование.

Помимо листовых, на рынке представлен большой ассортимент штучных материалов, одним из которых является черепица. Она бывает различных конфигураций и производится из всевозможных материалов. Существует как мягкая (на битумной основе), так и жесткая (натуральная) черепица.

Керамика – один из древнейших материалов, используемых для устройства кровли, который популярен и сегодня. Керамическую черепицу часто называют королевой кровель (рис. 7) [10]. Ее выбирают владельцы элитных коттеджей, поскольку, помимо престижности и красоты такой кровли, она обладает рекордной долговечностью – более 100 лет. Керамическая черепица имеет множество положительных характеристик, таких как огнестойкость, устойчивость к ультрафиолетовому излучению и перепадам температуры [11]. Цена, конечно, соответствующе высока и имеет большой диапазон – от 400 до 2000 руб., что в основном зависит от производителя. Самая доступная черепица – российского производства, наиболее престижная и дорогая – немецкого. Оптимальный уклон для устройства кровли из керамики – $30\text{--}65^\circ$. Процесс установки довольно трудоемкий [12].

Рис. 7. Металлочерепица
Fig. 7. Metal tile

Рассмотрим также гибкую черепицу, которую изготавливают на основе битума (рис. 8). Это материал, который не так давно появился на строительном рынке (около 30 лет), но уже

успел завоевать значительную его часть, поскольку вобрал в себя все лучшие характеристики своих предшественников: от битумных материалов ему достались гибкость и легкость, от черепицы – презентабельный внешний вид и широкий выбор форм и расцветок. Гибкая черепица устойчива к перепадам температуры, экологически безопасна, долговечна (срок годности достигает 50 лет) [13]. Процесс укладки несложный, но кропотливый. Цена выше среднего, порядка 200–300 руб. за 1 м² покрытия, полностью оправдана всеми положительными характеристиками и минимальным количеством недостатков.

Рис. 8. Кровля из керамической черепицы
Fig. 8. The roof of ceramic tiles

Рис. 9. Кровля из гибкой черепицы
Fig. 9. Soft roofing tiles

В результате рассмотрения вышеуказанных материалов составлена сводная табл. 1, в которой отражены их основные достоинства и недостатки.

Таблица 1

Достоинства и недостатки кровельных материалов

Table 1

Advantages and disadvantages of roofing materials

№ п/п	Материал	Достоинства	Недостатки
1	Рубероид	– Экономичность; – скорость монтажа; – малый вес; – бесшумность	– Недолговечность; – для монтажа требуется дополнительная техника
2	Полимерные мембраны	– Долговечность; – малый вес; – эстетичность; – скорость монтажа; – хорошая гидроизоляция	– Дороговизна; – для монтажа требуется дополнительная техника; – бесшумность
3	Мастика	– Простота и скорость монтажа; – хорошая гидроизоляция; – скорость монтажа	– Для монтажа требуется дополнительная техника; – бесшумность; – недолговечность
4	Шифер	– Экономичность; – простота и скорость монтажа; – хорошая звукоизоляция; – долговечность	– Большой вес; – хрупкость; – неэстетичный внешний вид; – шумность; – неэкологичность
5	Профнастил	– Экономичность; – малый вес; – простота и скорость монтажа; – широкая цветовая гамма; – долговечность	– Шумность; – заурядный внешний вид
6	Металлочерепица	– Широкая цветовая гамма; – долговечность; – малый вес; – эстетичность; – простота монтажа	– Шумность
7	Керамическая черепица	– Долговечность; – эстетичность; – экологичность; – широкий выбор форм и цветовой гаммы; – бесшумность	– Дороговизна; – большой вес; – хрупкость; – сложность монтажа
8	Гибкая черепица	– Долговечность; – малый вес; – эстетичность; – широкий выбор форм и цветовой гаммы; – бесшумность; – экологичность	– Требуется усиленного основания; – дороговизна

После проведенного анализа кровельных материалов на основе научной литературы и рекомендаций производителей необходимо также учесть совместимость кровельного

материала и его технических характеристик с климатическими условиями Пермского края и выбранным решением конструкции крыши.

Предполагаемое конструктивное решение – двускатная крыша, так как оно является наиболее распространенным и экономически выходным для частного домостроения.

Конструкция крыши, ее форма и размеры во много определяют составляющие кровельного покрытия, конструкция, в свою очередь, продиктована климатическими условиями местности [14]. Решающим фактором в этом вопросе является ветровая и снеговая нагрузка, поскольку именно от нее зависит уклон будущей крыши.

При обильном выпадении осадков в регионе оптимальным уклоном для скатов крыши будет угол в $45\text{--}60^\circ$, так как при углах скатов, равных 60° и больше, снег на кровле совсем не задерживается, а чем ближе угол уклона к этому значению, тем меньшую нагрузку испытывает крыша от воды и снега [15]. Однако стоит учитывать и то, что при таких уклонах конструкция крыши имеет очень большую площадь покрытия, из-за чего затраты на ее возведение значительно возрастают. На крышах с небольшими уклонами будут задерживаться осадки, создавая повышенные нагрузки на покрытие. Это необходимо учитывать при проектировании конструкции крыши.

Если же в регионе, где предполагается строительство дома, постоянно дуют сильные ветра, то с конструкцией крыши все в точности наоборот: чем больше уклон скатов, тем больше парусность, т.е. вероятность срыва ветром кровельного материала с крыши возрастает. Таким образом, при сильных ветровых нагрузках оптимальный угол уклона скатов – $9\text{--}20^\circ$, парусность такой кровли минимальна, следовательно, нагрузка от ветра на стропила и кровельный материал минимальна.

Пермский край относится к V снеговому району, расчетное значение веса снегового покрова – 320 кг/м^2 ; ветровое давление – 32 кг/м^2 , так как согласно карте ветровых районов Пермский край относится ко II району (СП 20.13330.2011).

В Пермском крае средние значения ветровой и снеговой нагрузки, поэтому для данного региона подойдет среднее значение угла наклона кровли – порядка $20\text{--}45^\circ$. Большинство скатных кровель имеют именно такое значение. Сужая диапазон, выберем среднее значение $30\text{--}35^\circ$. Однако, исходя из экономических соображений, оптимальный уклон крыши $30\text{--}35^\circ$ заменим на диапазон $28\text{--}33^\circ$, поскольку чем меньше угол, тем меньше площадь покрытия и затраты на материалы. Остановимся на данном значении уклона, так как для него подходит большинство материалов, рассмотренных нами, также этот вариант более экономичен.

Определив оптимальный уклон для определенного местоположения, мы несколько ограничили спектр кровельных материалов, которые можно применить в данных условиях. Мы исключили возможность использования мастичной кровли и битума, так как их применение нецелесообразно при выбранном значении уклона скатов, что наглядно продемонстрировано в табл. 2.

Исключили мы также полимерные мембраны, так как данный материал является наиболее подходящим для промышленных, торговых и складских помещений, т.е. крупногабаритных объектов. Несмотря на то что характеристики позволяют его применение на кровлях с большими уклонами, этот материал больше подходит для плоских кровель и редко используется в частном домостроении, что можно объяснить высокой ценой полимерной мембраны, трудоемким процессом установки, требующим дополнительного оборудования, и нестандартным составом кровельного пирога.

Таблица 2

Пределы угла наклона крыши для кровельных материалов

Table 2

The angle of the roof slope for roofing materials

№ п/п	Название материала	Минимальный уклон, °	Максимальный уклон, °
1	Рубероид	4	27
2	Полимерные мембраны	0	90
3	Шифер (асбестоцемент)	6	45
4	Профнастил	11,5	90
5	Металлочерепица	14	90
6	Натуральная черепица	11,5	65
7	Мягкая черепица	12	90
8	Мастика	2,5	20

Шифер (асбестоцемент) мы исключили по причине его несоответствия современным требованиям к экологичности материалов. Этот материал больше подойдет для складов, сараев и гаражей, но никак не для жилых домов.

Керамическую и гибкую черепицу также стоит исключить из списка возможных вариантов. Стоимость данных материалов выше среднего, они требуют сплошной или частой обрешетки (для керамической черепицы – при высоких уклонах), что увеличивает общие затраты на кровлю. Стоимость работ по устройству кровли штучными материалами выше, чем листовыми. При уклоне скатов 28–33° плохо просматривается рельеф покрытия, следовательно, высокие затраты на устройство подобных кровель нерациональны в данном случае.

Таким образом, из ряда рассмотренных нами материалов остались два, схожих по своим характеристикам и составу. Это металлочерепица и профнастил. Был проведен ценовой мониторинг рынка Пермского края, а также были выявлены стоимость работ по установке и цена самого материала за 1 м² (табл. 3). При этом мы опустили стоимость устройства кровельного пирога под металлочерепицу и профнастил, так как она совпадает ввиду схожих физических свойств материалов. Мы также не приняли в расчет стоимость дополнительных элементов (ендов, коньков, саморезов, торцевых планок), так как для обоих материалов она одинакова и составляет порядка 25–30 % от стоимости самого покрытия.

Таблица 3

Стоимость 1 м² кровельного покрытия

Table 3

The cost of 1 m² of roofing

№ п/п	Название материала	Стоимость, руб./м ²			Стоимость работ по установке, руб./м ²
		Min	Max	Среднее значение	
1	Профнастил	198	356	277	260
2	Металлочерепица	211	635	423	280

Чтобы получить полную картину, был проведен сравнительный анализ достоинств и недостатков выбранных материалов. На основе полученных результатов была составлена табл. 4. По внешнему виду однообразный профлист однозначно проигрывает ме-

таллочерепице. Вес профлиста несколько больше, чем у металлочерепицы, но разница в 2–4 кг на 1 м² не играет роли при устройстве стропильной системы [16], а вот толщина имеет большое значение, поскольку увеличение толщины листа хотя бы на одну десятую миллиметра способно продлить срок службы кровли на несколько лет. Что касается монтажа, то легче его производить профнастилом ввиду простоты его профиля, однако листы очень тяжелые и длинные, для монтажа требуется несколько человек, зато скорость укладки выше. Металлочерепица же обладает удобными габаритами и класть ее возможно даже в одиночку.

Таблица 4

Сравнение характеристик металлочерепицы и профнастила

Table 4

Comparison of characteristics of metal tile and shaped boarding

№ п/п	Характеристики	Металлочерепица	Профнастил
1	Легкость монтажа	–	+
2	Пожаробезопасность	+	+
3	Тип защитного покрытия	+	+
4	Вес	+	–
5	Толщина	–	+
6	Цена	–	+
7	Внешний вид	+	–
8	Долговечность и срок службы	–	+

Таким образом, можно сделать вывод о том, что профлист имеет больше положительных характеристик при меньшей цене. Однако не стоит забывать про климатические особенности Пермского края. Благодаря своей структуре металлочерепица способствует задержанию схода снега с кровли, что делает ее использование безопаснее. Внешний вид также часто играет не последнюю роль при выборе кровельного материала. В этом вопросе, на наш взгляд, также лидирует металлочерепица.

В заключение хотелось бы добавить, что большой ассортимент кровельных материалов на рынке затрудняет выбор. Более того, для заказчика характеристики материалов имеют первостепенное значение, поэтому, по мнению авторов, к выбору кровельного материала необходимо подходить индивидуально для каждого объекта, учитывая пожелания клиента и климатические условия района.

Библиографический список

1. Большая советская энциклопедия [Электронный ресурс]. – URL: <http://dic.academic.ru> (дата обращения: 10.01.2016).
2. Тамилин М.В. Устройство плоской крыши: технологии и материалы [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.domastroim.ru> (дата обращения: 15.01.2016).
3. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение: учеб. пособие для строительных специальностей вузов. – М.: Высшая школа, 2004. – 701 с.
4. Белевич В.Б. Справочник кровельщика. – М., 2002.
5. Eberhard S., Oster H.J. Roof construction manual pitched roofs. – Basel: De Gruyter, 2003. – 12 p.

6. Панасюк М.В. Кровельные материалы. Практическое руководство. Характеристики и технологии монтажа новых и новейших гидроизоляционных, теплоизоляционных, пароизоляционных материалов. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 448 с.
7. Маклакова Т.Г., Нанасова С.М. Конструкции гражданских зданий. – М.: АСВ, 2004. – 296 с.
8. Miller W., Kośny J. Next-generation roofs and attics for homes // ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings. – Washington, 2008. – P. 180–195.
9. Беляев В.С., Тихонова В.Ф. Металлическая кровля и ее теплотехнический расчет // Жилищное строительство. – 2014. – № 3. – С. 49–53.
10. Демидов Н.В. Основы кровельного мастерства. – Ростов н/Д: Феникс, 2000.
11. Kornmann M. Clay bricks and roof tiles, manufacturing and properties / Soc. Industrie Minerale. – Paris, 2007. – 48 p.
12. Hudson K. Building materials. Ch. 2. Stone and slate. – London: Longman, 1972. – 189 p.
13. Кровельные материалы для мягкой кровли: сравнительный обзор [Электронный ресурс]. – URL: <http://roof-stroy.com> (дата обращения: 13.02.2016).
14. Конструкции гражданских зданий / М.С. Туполев, А.Н. Шкинев, А.Н. Попов [и др.]; под ред. М.С. Туполева. – М.: Изд-во лит. по строительству, 1968. – 239 с.
15. Савельев А.А. Современные кровли. Устройство и монтаж. – М.: Аделант, 2010. – 160 с.
16. Металлочерепица или профнастил: что лучше использовать в качестве кровли? [Электронный ресурс]. – URL: <http://srbu.ru> (дата обращения: 23.03.2016).

References

1. Bol'shaia sovetskaia entsiklopediia [Great Soviet encyclopedia], available at: <http://dic.academic.ru> (accessed 10 January 2016).
2. Tamin M. Ustroistvo ploskoi kryshi: tekhnologii i materialy [The device flat roofs: technology and materials], available at: <http://www.domastroim.ru> (accessed 15 January 2016).
3. Ryb'ev I.A. Stroitel'noe materialovedenie [Training manual for construction specialties]. Moscow: Vysshiaia shkola, 2004. 701 p.
4. Belevich V.B. Spravochnik krovel'shchika [Guide slater]. Moscow, 2002.
5. Eberhard S., Oster H.J. Roof construction manual pitched roofs. Basel: De Gruyter, 2003. 12 p.
6. Panasiuk M.V. Krovel'nye materialy. Prakticheskoe rukovodstvo. Kharakteristiki i tekhnologii montazha novykh i noveishikh gidroizoliatsionnykh, teploizoliatsionnykh, paroizoliatsionnykh materialov [Roofing materials. A practical guide. Characteristics and installation practices of new and emerging waterproofing, thermal insulation, vapor barrier materials]. Rostov-na-Donu: Feniks, 2005. 448 p.
7. Maklakova T.G., Nanasova S.M. Konstruktsii grazhdanskikh zdanii [Design of civil buildings]. Moscow: ASV, 2004. 296 p.
8. Miller W., Kośny J. Next-generation roofs and attics for homes. *ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings*, 2008, pp. 180-195.
9. Beliaev V.S., Tikhonova V.F. Energoeffektivnye kryshi i ikh teplotekhnicheskii raschet [Energy efficient roofs and their thermal calculation]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo*, 2014, no. 3, pp. 49-53.

10. Demidov N.V. Osnovy krovel'nogo masterstva [The basics of roofing craftsmanship]. Rostov-na-Donu: Feniks, 2000.
11. Kornmann M. Clay bricks and roof tiles, manufacturing and properties. Paris, 2007. 48 p.
12. Hudson K. Building materials. Chapter 2. Stone and slate. London: Longman, 1972. 189 p.
13. Krovell'nye materialy dlia miagkoi krovli: sravnitel'nyi obzor [Roofing materials for soft roof: a comparative review], available at: <http://roof-stroy.com> (accessed 13 February 2016).
14. Tupolev M.S., Shkinev A.N., Popov A.N., Popov A.A., Sopots'ko Iu.L., Kirillova T.I., Kartsev V.N., Koretko O.V., Braunsdorfer I.A., Bepalov V.V., Kunin V.M. Konstruktsii grazhdanskikh zdanii [Design of civil buildings]. Moscow: Izdatel'stvo literatury po stroitel'stvu, 1968. 239 p.
15. Savel'ev A.A. Sovremennye krovli. Ustroistvo i montazh [Modern roof. The device and installation]. Moscow: Adelant, 2010. 160 p.
16. Metallocherepitsa ili profnastil: chto luchshe ispol'zovat' v kachestve krovli? [Metal tiles or decking: which is better to use as roofing?], available at: <http://srbu.ru> (accessed 23 March 2016).