

3. Жемочкин, Б. Н. Теория упругости / Б. Н. Жемочкин. – М. : Госстройиздат, 1957. – 256 с.

4. Колкунов, Н. В. Основы расчета упругих оболочек: учебное пособие для студентов строит. специальностей вузов / Н. В. Колкунов. – М. : Высшая школа, 1987. – 255 с.

5. Самуль, В. И. Основы теории упругости и пластичности / В.И. Самуль. – М. : Высшая школа, 1982. – 264 с.

Калько И.К. – к.т.н, доцент кафедры «Строительство автомобильных дорог и аэродромов» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: stroygips@list.ru.

Переберина Ю.А. – магистрант ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова.

УДК 692.4-049.7

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ПОКРЫТИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Р. В. Каплун, О. С. Анненкова

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

В статье рассматривается преимущество использования эксплуатируемых зеленых покрытий при строительстве жилых и общественных зданий.

Ключевые слова: зеленые крыши, естественное кондиционирование помещения, снижение теплопотерь, сокращение экономических расходов.

Вопросы рационального использования свободных площадей в условиях крупных городов, где земля стоит дорого, достаточно актуальны. Учитывая бескрайние просторы России, эта проблема не стоит так остро, но идея зеленых крыш нашла немало поклонников. В условиях крупных городов все труднее и труднее найти свободные площади для общения с природой, поэтому горожане все чаще обращают свой взор к крышам. На покрытиях устраивают не только газоны и площадки для отдыха, но и целые оранжереи и зимние сады, с помощью которых имеется возможность снять стрессы, характерные для нашего времени.

Растительный мир зеленых крыш играет свою положительную роль в создании хорошего микроклимата не только на крыше, но и во всей округе. Хорошее влияние оказывает зеленая крыша и на микроклимат внутренних помещений. Озеленение крыши решает проблему существенного охлаждения (естественного кондиционирования помещения) даже при высоких внешних температурах. Это ведет к значительному снижению расходов на акклиматизацию, одновременно с этим положительно сказывается на здоровье людей.

Нагреву покрытых поверхностей препятствует растительный слой, в результате чего не происходит отражения тепла (рисунок 1). Медленное просыхание впитавшейся дождевой воды обеспечивает значительное охлаждение помещений. Растительный слой удер-

живает около 10-20% пыли и вредных веществ, которые содержатся в воздухе. Научные опыты показали, что озеленение крыши надежно защищает от воздействия электромагнитного излучения и от проникновения шума внутрь дома [1].

В последнее время термин «зеленая крыша» имеет экологическую и социальную значимость для снижения уровня загрязнения окружающей среды, а также для максимального использования городских земель.

Проблема использования эксплуатируемых кровель зданий и сооружений для создания на них архитектурно-ландшафтных объектов до последнего времени упиралась в трудности освоения подземного пространства при строительстве подземных гаражей. Сложность представляет практическая невозможность предотвращения протечек покрытий при использовании традиционных кровельных материалов, а также проблема создания устойчивого корнезащитного слоя при использовании тех материалов, которыми располагали строители.

В последние годы номенклатура применяемых кровельных материалов расширилась за счет выпуска новых отечественных и появления ряда зарубежных наплавляемых рулонных материалов, которые имеют приклеивающие (подплавляемые) слои из битумно-полимерных составов, наносимых на основу в заводских условиях.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ПОКРЫТИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

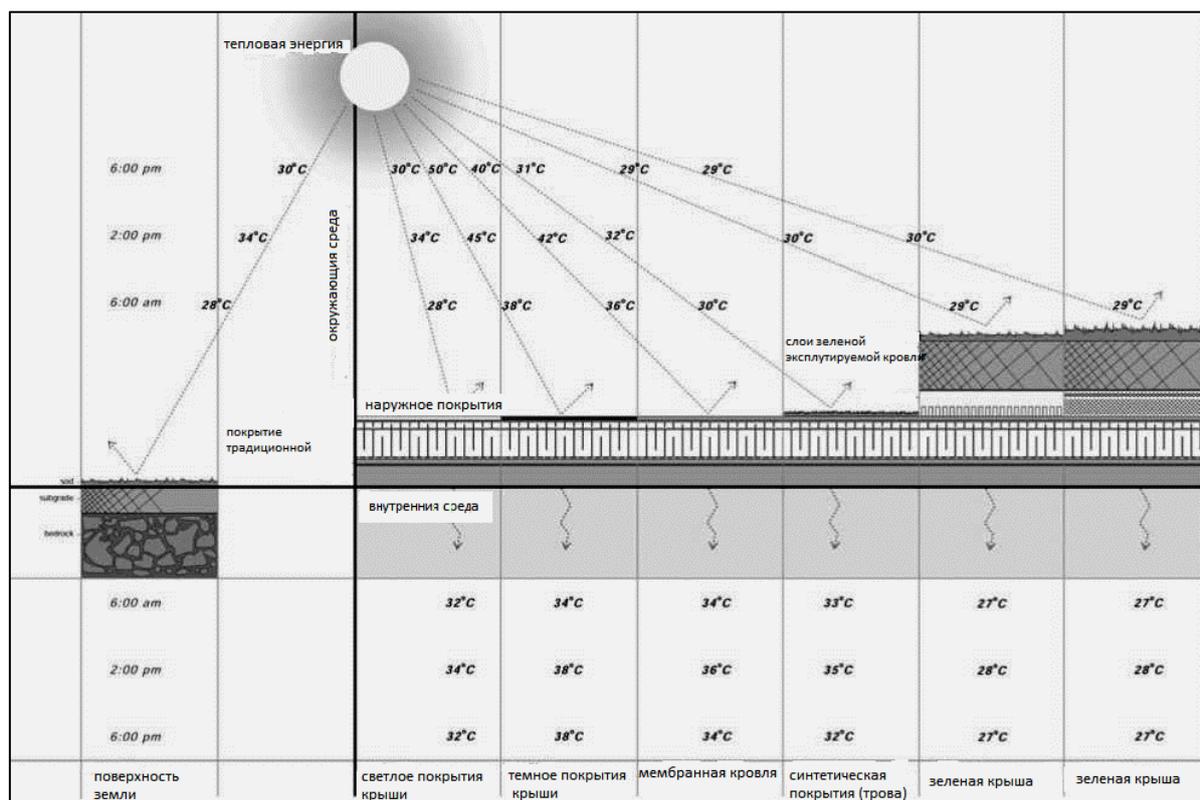


Рисунок 1 – Влияние наружной температуры на внутренний микроклимат помещения с различным покрытием кровли [3]

В качестве основы нашли применение долговечные (не гниющие) стекломатериалы (стеклоткани, стеклохолсты) и полотна из синтетических волокон (полиэстер). Эти материалы имеют высокую прочность, деформативность и гибкость при отрицательных температурах, а также низкое водопоглощение, что обеспечивает им эксплуатационную надежность в составе кровельного ковра.

Следует отметить, что устройство архитектурно-ландшафтных объектов на эксплуатируемых крышах требует больших единовременных затрат, налаженной службы ухода за ними и высокой культуры пользователей этих объектов. Человек, посетивший такой объект, должен твердо знать, что нельзя пробовать силу на тех или иных деталях эксплуатируемой крыши, выкидывать пустые бутылки и прочие предметы с крыши, разводить костры для приготовления шашлыков и совершать другие «подвиги». Учитывая «потребности» этой части населения, проектировщики вынуждены принимать определенные антивандальные меры, обеспечивающие безопасность пребывания на эксплуатируемых кровлях и на прилегающих к ним территориях.

«Зеленые крыши» могут получить более широкое развитие, особенно при разноэтажном строительстве. При этом нужно учесть еще одно обстоятельство: экономически оправданы любые единовременные затраты при проектировании и строительстве объектов, если они обеспечивают низкие эксплуатационные расходы при использовании этих объектов. Ярким примером в этом отношении являются первые линии метро. Будучи безумно дорогими при строительстве, они более 50 лет не нуждаются в капитальном ремонте и за счет этого давно многократно оправдали те затраты, которые были произведены при их строительстве.

В связи с особенностями эксплуатируемой кровли (сложность и дороговизна ремонта, сложность определения места протечки, сложные условия эксплуатации кровельного ковра и т.д.) необходимо применять самые высококачественные гидроизоляционные материалы, а работы должны производить специализированные кровельные фирмы [2].

Наблюдения Национального Исследовательского Совета Канады за 2-летний период показали, что живые зеленые покрытия очень эффективны в снижении теплопотерь через

крышу. Исследования показали, что ежедневный максимум температуры гидроизоляционного слоя под зеленым покрытием был значительно ниже, чем суточная максимальная температура крыши с мембранным битумным покрытием и крыши со светло-серым гравием. В течение 660 дней мониторинга температура зеленой крыши превысила 30°C лишь на 18 дней (3% времени исследования) в отличие от температуры окружающего воздуха равной 30°C в течение 63-х дней или 10% времени. Температура испытуемой крыши с традиционным покрытием была значительно больше на протяжении всего периода наблюдения, поднялась выше 50°C более чем на 219 дней или 33% времени [3].

При расчете экономической эффективности зданий с применением технологии «зеленые крыши», проводимых в Санкт-Петербургском политехническом университете в 2016 году, были рассмотрены два здания с разным отношением площади кровли к площади ограждающей конструкции. Расход тепловой энергии в зданиях с зеленой кровлей с меньшей площадью по отношению к ограждающим конструкциям (жилые многоэтажные дома) на 3% меньше, чем с традиционным покрытием, в зданиях с большей площадью кровли (общественные здания и сооружения), экономия тепловой энергии составляет 8,3%. Применение технологии «зеленые кровли» значительно сокращает экономические расходы на отопление здания (рисунок 2) [4].

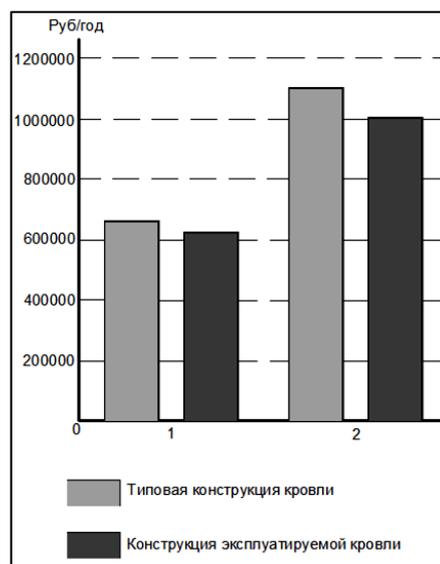
Эксплуатируемые покрытия кровли подразделяются на два типа в зависимости от расположения гидроизоляционного покрытия: традиционное – при расположении водоизоляционного ковра над теплоизоляцией (рисунок 3) и инверсионное – при расположении водоизоляционного ковра под теплоизоляцией (рисунок 4) [5].

Основные преимущества инверсионной кровли:

- теплоизоляция защищает гидроизоляцию от перепада температур и распределяет нагрузки по всей ее площади, благодаря чему долгое время такой кровле не нужен капитальный ремонт;

- при использовании в качестве теплоизоляции ЭППС (экструдированный вид пенополистирола) вместо минеральной ваты, стоимость кровли значительно снижается;

- при замене или увеличении теплоизоляционного слоя, гидроизоляцию демонтировать не нужно, благодаря чему реконструкция кровли происходит быстро.



1 – жилое 9-ти этажное здание; 2 – здание школы

Рисунок 2 – Экономическое сопоставление затрат на отопление в руб/год

Достоинства кровли традиционного типа:

- возможность использования при ее устройстве любых теплоизоляционных материалов;

- использование вместо ЭППС негорючей минеральной ваты, снижающей стоимость всего покрытия.

Конструктивное решение покрытия с кровлей в инверсионном варианте включает: железобетонные сборные или монолитные плиты, стяжку из цементно-песчаного раствора или уклонообразующий слой (например, из легкого бетона), грунтовку, водоизоляционный ковер, однослойную теплоизоляцию, предохранительный (фильтрующий) слой, пригруз из гравия или бетонных плиток.

В инверсионной кровле в качестве теплоизоляции должны применяться только плиты с низким водопоглощением (не более 0,7% по объему за 28 суток и высокой прочностью на сжатие не менее 1,5 кгс/см²), например, экструдированный пенополистирол.

В кровлях с почвенным слоем и системой озеленения водоизоляционный ковер должен быть выполнен из материалов стойких к гниению и повреждению корнями растений. В кровле из материалов, не стойких к прорастанию корнями растений предусматривают противокорневой слой, который должен обеспечивать защиту от прорастания корней и нарушения нижележащих слоев. Необходимо отметить, что цементно-песчаные стяжки, асфальтобетон, монолитный бетон не обладают противокорневыми свойствами.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ПОКРЫТИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

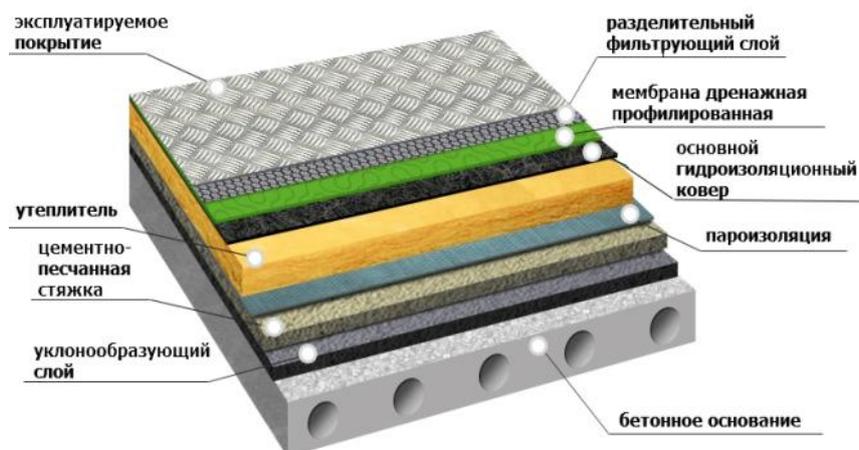


Рисунок 3 – Схема расположения слоев при традиционном покрытии кровли

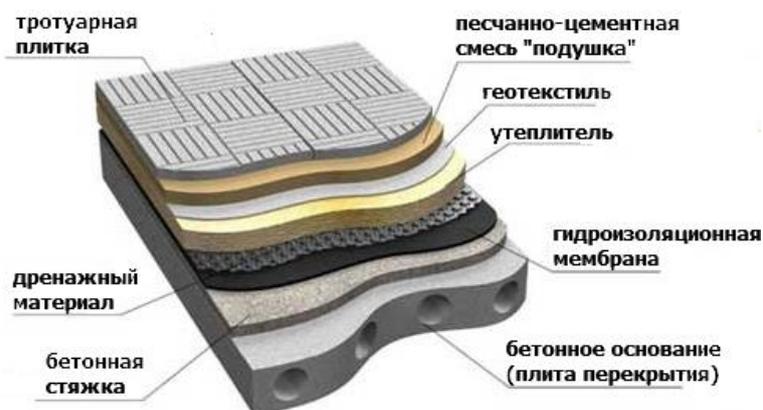


Рисунок 4 – Схема расположения слоев при инверсионном покрытии кровли

Трудозатраты устройства эксплуатируемых покрытий значительно выше по сравнению с затратами труда при производстве работ и эксплуатации традиционных покрытий.

Проект озеленяемой кровли предусматривает разработку «пирога» в зависимости от ее типа (мягкая, черепичная, плоская, наклонная); расчет узлов примыкания к вертикальным поверхностям для конкретного типа крыши; подбор эффективных строительных материалов и растений. Высокая стоимость зеленой крыши позволяет применять это направление архитектуры и строительства только для специальных, дорогостоящих проектов.

Зеленая кровля – конструкция, требующая использования высококачественных тепло- и гидроизоляционных материалов. Особое внимание при ее проектировании и строительстве следует уделить выбору гидроизоляции, который диктуется особенностями применяемой конструкции.

Например, применение свободно лежащих мембран, которые крепятся только по

периметру и в местах примыкания к вертикальным поверхностям (ТПО, ПВХ, ЭПДМ), опасно тем, что при повреждении гидроизоляционного слоя образуется протечка и вода, попадая под гидроизоляцию, разойдется по всей конструкции. Ликвидировать такую протечку очень сложно, а обнаружить ее под слоем грунта – практически невозможно. При применении систем на основе битумных материалов следует учитывать их недолгий срок службы, а также то, что через них прорастают корни растений, что нарушает гидроизоляцию.

Важную роль при проектировании зеленой кровли играет правильное расположение водостоков и водоотведения, а также организация дренажной системы. Необходимо знать климатические особенности региона строительства для правильного подбора типа покрытия кровли.

Монтаж зеленой кровельной системы требует специальных знаний и опыта. Дополнительные сложности и финансовые затраты приносит система обслуживания. Мнения

«против» обусловлены недостаточностью знаний и информации, небольшим опытом устройства зеленых кровель отечественных архитекторов и инженеров-конструкторов, подрядчиков, эксплуатирующих организаций и самих заказчиков [3].

Стоимость обслуживания зеленой кровле напрямую зависит от вида покрытия и степени эксплуатации кровли.

При устройстве зеленых покрытий зданий следует помнить о том, что климатические условия в России не позволяют им выдерживать сезонные испытания на холод, а большой перепад температур в течение года отрицательно влияет на гидроизоляционную мембрану, разрушая её. Но практика показывает, что при современном развитии технологии строительства зеленые крыши успешно эксплуатируются в странах северной Европы.

Основная проблема содержания эксплуатируемых крыш при отрицательной температуре состоит в том, что грунт и вода в дренажной системе промерзают. Чтобы этого избежать, необходимо применять обогревательную дренажную систему, что удорожает строительство и эксплуатацию зеленой кровли.

Среди других причин, удорожающих применение зеленых крыш, являются дополнительные нагрузки на несущие конструкции здания. Допустимые нагрузки в случае экстенсивного озеленения при насыщении грунта водой не должны превышать 70 кг/м^2 поверхности, а при интенсивном озеленении не более 300 кг/м^2 .

В настоящее время по всему миру озеленяются жилые многоквартирные дома и коттеджи, офисы и отели, предоставляя широкие возможности для дизайна. Создано огромное разнообразие флористических, ландшафтных, архитектурных проектов зеленых крыш – от небольших частных домов до роскошных отелей и бизнес-центров, где используются различные экзотические растения, а эффектный дизайн служит для привлечения туристов.

Использование плоских крыш жилых и общественных зданий является инновационным направлением строительства. Одним из ярких примеров является зеленая крыша бизнес-центра Crowne Plaza в комплексе здания аэропорта северной столицы «Пулково». Собственными технологиями устройства эксплуатируемых покрытий крыш в России занимаются компании: технониколь, zinco, impegbel. Несомненно, замена традиционного

покрытия зданий зеленой кровлей улучшит городскую среду.

На основании вышеизложенного выявлены следующие преимущества устройства современных зеленых крыш:

1. Снижается поток ливневых вод, так как дождевые воды будут задерживаться в кровельном пироге здания и разгрузят ливневую канализацию города.

2. Сокращается концентрация вредных загрязняющих веществ в сточных (ливневых) потоках.

3. Улучшаются условия жизни и работы людей, появляется возможность получения дополнительной зоны отдыха.

4. Увеличивается долговечность гидроизоляционного слоя, который является основным в кровельном «пироге», от перегрева и ультрафиолетового излучения.

5. Сокращается степень отражения звуковых волн от поверхности крыши и повышается уровень звукоизоляции.

6. Повышается энергоэффективность жилого дома с эксплуатируемой зеленой крышей по сравнению с традиционным покрытием.

7. Исключается вероятность быстрого распространения пламени по кровельной поверхности во время пожара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самойлов, В. С. Крыши и кровли [Электронный ресурс] / В. С. Самойлов – Электрон. текстовые данные. – М. : Аделант, 2009. – 320 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44124.html>. – ЭБС «IPRbooks».
2. Машинский, В. Л., Суденкова, К. А. Рекомендации по проектированию озеленения и благоустройства крыш жилых и общественных зданий и других искусственных оснований 2000 года. – ОАО «Моспроект».
3. Green roof systems: a guide to the planning, design and construction of landscapes over structure / Susan K. Weiler, Katrin Scholz-Barth. p. cm. Includes index. ISBN 978-0-471-67495-5 (cloth).
4. Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2016. – № 10.
5. СП 17.13330.2011. Кровля (кровли мастичные рулонные).

Каплун Р.В. – магистрант ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: caplun.rodion@yandex.ru.

Анненкова О.С. – к.т.н., доцент кафедры «Технология и механизация строительства» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: 222-ru@mail.ru.