УДК 624.042.27

ПРИМЕНЕНИЕ «ЗЕЛЕНЫХ» ТЕХНОЛОГИЙ В АРХИТЕКТУРЕ

Билялова Л.М., студентка гр. ПГС-403, Цымбал А.А., студентка гр. ПГС-403,
Кондратьева Н.Б., старший преподаватель
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

В статье рассмотрены вопросы улучшения микроклимата местности, увеличения долговечности кровель и энергосбережения в зданиях за счет использования технологии «зеленых крыш»

ВВЕДЕНИЕ

Ухудшение экологических обстоятельств и необходимость увеличения зеленых насаждений, площадь которых в условиях дорогих городских земель уменьшалась катастрофически быстро, привело к развитию технологии «зеленых крыш».

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Последним хитом на строительном рынке кровли стали «зеленые крыши». В США общая площадь зеленых крыш достигла 4 млн. кв. футов и растет в среднем на 25% в год. В Токио правила требуют, чтобы зелеными было не менее 20% всех крыш. В Германии стали таковыми уже 7%.

"Зеленые крыши" не являются изобретением современности, так как кровли такого типа использовались уже много сотен лет назад. Прообразом современных «зеленых крыш» были крыши, покрытые дерном – просто, дешево и отличная теплоизоляция. Наиболее известный пример садов на крыше - старинные Висячие Сады Вавилона. Знаменитые "сады Семирамиды", считавшиеся седьмым чудом света и возведенные около 600 г. до н.э., были ничем иным как зелеными кровлями вавилонских дворцов. Озеленённые крыши поглощают дождевую воду (таким образом, снимая нагрузку с канализационных систем, и не давая относительно чистой дождевой воде смешаться со сточными водами), обеспечивают защиту от городского шума и от холода, а также защищают здания от перегрева в жару (что, кроме естественного повышения комфорта, значительно снижает затраты на кондиционирование, и в несколько раз продлевает жизнь самих крыш, спасая их от погодных воздействий). Кроме этого, «зеленые крыши» служат украшением городов и средой обитания городской фауны.

До середины XX века «зеленые крыши» считались экзотикой, и распространение их было весьма ограничено. Первые рекомендации по созданию ландшафта на плоской крыше были даны в 1867 году мастером из Берлина, Карлом Рабицом (Carl Rabitz), в его брошюре «Естественные крыши, сделанные из вулканического цемента».

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Первые в нашей стране «зеленые крыши» были применены для покрытия подземных гаражей и торговых комплексов. В Украине отсутствуют традиции их применения, так как мало информации и большинство заказчиков не уверенны в эксплуатационных качествах и долговечности крыши такого рода.

Озеленение крыши - мероприятие, требующее неукоснительного соблюдения технологии. Конструктивные и технологические решения определяются, исходя из принятой концепции озеленения: какие растения будут посажены, как обеспечить им благоприятные условия и во что это обойдется. Поэтому первым шагом при проектировании крыши должен стать проект озеленения, который покажет нагрузки и целесообразность применения определенной конструктивно-технологической системы. Это означает, что с самого начала проектирования в нем должен участвовать ландшафтный архитектор, хорошо знающий биологию растений. Естественно, такое увеличение толщины кровельного пирога повлечет за собой необходимость применения конструкций, способных воспринять значительную нагрузку от покрытия, что повлечет за собой ощутимое удорожание строительства.

Современные "Зеленые" кровли можно разделить на несколько типов, в зависимости от типа озеленения и вида эксплуатации:

1.Интенсивные "зеленые" кровли. Сад в полном смысле этого слова.

а) Озеленение включает в себя не только небольшие растения, но и кустарники и деревья.

б) Высаживаются небольшие растения (газонная трава, цветы).

2. Экстенсивные "зеленые кровли"

а) Используется только травяной покров

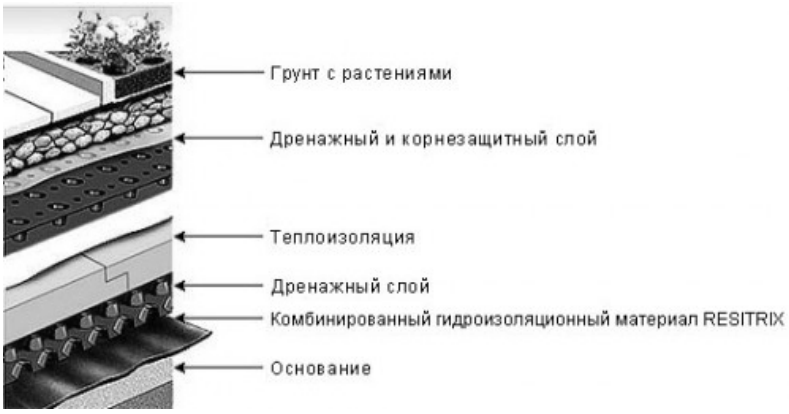
б) Растения размещаются в специальных емкостях с почвенным субстрактом.

Экстенсивные зеленые кровли (часто неэксплуатируемые) характеризуются малым весом; низкими капитальными вложениями; небольшим разнообразием применяемых растений; минимальными требованиями по обслуживанию. Растительный субстрат, как правило, изготавливается из смеси песка, гравия, битого кирпича, керамзита , торфа, органических веществ и некоторого количества грунта. Толщина субстрата варьирует от 5 до 15 см, его вес в насыщенном влагой состоянии от 70 до 170 кг/м2. Обычно растения поливают и удобряют только до тех пор, пока они не примутся, т.е. в течение одного года. После этого периода меры по поддержанию зеленой кровли включают в себя только два посещения в год для прополки сорняков и проверки кровельной мембраны.

Интенсивные зеленые кровли чаще являются эксплуатируемыми. Они характеризуются большей толщиной субстрата, большим весом, более высокими капитальными затратами, широким разнообразием растений, большими требованиями к обслуживанию. Субстрат интенсивных кровель организуется на базе грунта глубиной 20–60 см с весом в насыщенном состоянии от 250 до 950 кг/м^2. Однако и требования к обслуживанию интенсивных кровель, особенно к их поливу, более высокие: необходимо предусматривать особые системы для полива. Рекомендуются профессиональные консультации конструкторов и ландшафтных дизайнеров, а также требуется опытный кровельщик для монтирования системы.

"Кровельный пирог" "зеленой крыши"

«Зеленая крыша» имеет достаточно специфическую конструкцию, если посмотреть на нее в разрезе сверху вниз, то можно увидеть слой специального состава - субстрата, предназначенного для посадки растений, слой дренажа, теплоизоляционный слой из жестких плит, традиционный кровельный ковер из материалов с противокорневой защитой.



Схематичная последовательность расположение слоев "зеленой крыши":

- растительный слой (вегетативный). Озеленение следует осуществлять только растениями с так называемыми мочевидной (горизонтальной) корневой системой (увеличивает устойчивость растения). Для посадки крупных растений могут создаваться растительные ямы или шахты, которые размещают внутри чердака (или технического этажа). Это дает возможность при необходимости обеспечить обогрев корневой системы, оставляя растения зимовать на крыше;

- фильтрующий слой (предназначен для предотвращения засорения дренажа частицами растительной почвы);

- дренажный слой (выполняет функции дополнительной корневой защиты и обеспечивает отвод воды. В зависимости от типа растительности применяют плиты из перфорированного полистирола или засыпку гравием. В случае плоской кровли должна быть обеспечена классическая система внутреннего водостока);

- защитный слой (покрытие от механических повреждений);

- слой материала, предохраняющего от прорастания корней растений (при использовании покрытий, уязвимых к прорастанию);

- кровельный материал (устойчивый к разрастанию корней);

- разделительный слой (при необходимости защищающий от контакта с химически-ми веществами);

- теплоизоляционный слой (в качестве теплоизоляции применяется утеплитель "нового поколения" - экструзионный пенополистирол, представляющий собой теплоизоляционный материал с равномерно распределенными закрытыми (замкнутыми) ячейками, который не впитывает воду, не набухает и не дает усадки, обладает высокой механической прочностью, химически стоек и не подвержен гниению. Плиты экструзионного пенополистирола укладываются в стык по всей поверхности кровли);

- пароизоляционный слой;

- основание.

Исходные материалы для проектирования зеленой крыши:

Ситуационный план застройки в М 1:2000;

Природно-климатическая характеристика района строительства;

План основания с указанием несущих элементов (колонн, несущих стен, балок), водостоков, источников водо- и электроснабжения;

Расчетная нагрузка основания;

Конструктивные детали основания;

Задание на проектирование с указанием типа сада, ассортимента растений, источника их получения, предельной сметной стоимости.

Особенности проектирования «зеленой кровли»

1. Важнейшим фактором является способность кровли выдерживать дополнительную нагрузку. Слой плодородного грунта, дренаж, декоративные элементы, оборудование и, наконец, сами растения – все это может иметь немалый общий вес. Суммарная дополнительная нагрузка на 1 $м^2$ кровли может достичь 500 кг, а при интенсивном

озеленении (предполагающем наличие деревьев, пергол и даже водоемов!) - 700 кг. Также не исключено, что перед закладкой сада придется провести дополнительные работы по укреплению несущих конструкций и перекрытий. Ландшафтный архитектор может строить композицию озеленения, исходя из плана вертикальных несущих конструкций, располагая над ними крупные растения, требующие более толстого слоя грунта.

Кроме того, не обязательно засыпать землей всю площадь крыши. Сочетание свободных площадок с газонами и отдельными группами небольших деревьев и кустов дает замечательный эстетический эффект. Дозированное размещение озеленения позволит значительно сократить нагрузки на перекрытие.

2. В проекте должен быть учтен рост корней растений в будущем. Обычно поверх слоя гидроизоляционного материала укладывают специальную полимерную пленку с химическими добавками, препятствующими росту корневой системы. Исследования показали, что обыкновенная битумная мембрана способна противостоять корням растений не более шести недель. Чтобы повысить устойчивость гидроизоляции, были разработаны специальные химические препараты - антикорневые добавки, которые внедряют в битумно-полимерное вяжущее в процессе производства гидроизоляционного материала и равномерно распределяют по всей его толщине. Они делают мембрану полностью непроницаемой для корней растений. Существует вариант защиты кровли, при котором на гидроизоляционную мембрану наносят медную фольгу. В современных системах озеленения функцию гидроизоляции выполняет полимерная мембрана.

3. Проблема влаги, остающейся после полива растений. Ее необходимо учитывать при проведении работ по созданию сада. Любое смещение или некачественный шов покрытия может привести к повреждению корнями гидроизоляционного слоя. Устранить течь, возникшую в результате прорастания, довольно проблематично, не говоря уже о том, что для внешнего вида и экосистемы сада это мероприятие может оказаться губительным. Чтобы уменьшить риск течи, используются специальные материалы, которые совмещают в себе гидроизоляционные свойства и защиту от уже упомянутого прорастания. Материал для гидроизоляции «зеленых» кровель» - это рулонное наплавляемое битумно-полимерное покрытие из прочной негниющей полиэфирной основы, покрытой с двух сторон полимерно-битумных вяжущим веществом. Он обладает высокой эластичностью, упругостью, стойкостью к воздействию низких и высоких температур, не изменяет своих характеристик при воздействии грунтовых вод. Исключительность данного материала заключается в сочетании механического и химического способов защиты «зеленой» крыши от прорастания корней растений. Механическую защиту кровли обеспечивает прочная полимерная пленка на верхней части материала, а химическую – специальная добавка, которая эффективно препятствует прорастанию корней через гидроизоляционный ковер, не причиняя вреда растениям.

Прогнозируемый срок службы материала составляет более 40 лет при условии правильной эксплуатации кровли, в то время как аналогичные материалы служат не более 15-20 лет.

4. Система полива и водоотвода – не менее важная часть проекта. Основное внимание, естественно, уделяется удалению излишней влаги. Традиционно для этой цели используются дренажные мембраны. В последнее время широкое распространение получили полимерные мембраны, хотя широко используются и композитные, которые укладываются поверх теплоизоляционных плит. Кроме того, нужно учесть, что для нормального развития растений некоторое количество влаги должно оставаться в земле. Для создания почвенного слоя используют специальный субстрат, который значительно легче обычного грунта. Иногда в него добавляют комочки глины, которые впитывают излишки влаги, а потом постепенно отдают ее растениям.

5. Для создания уклонов и декоративных элементов используют пенополистирол-бетон и другие составы из легких бетонов. При устройстве «воздушного» сада необходимо помнить, что ремонт такой крыши будет нелегким, и поэтому необходимо обеспечить как можно более длительный промежуток времени между ремонтами. Кроме того, поверхность

крыши должна обеспечивать безопасное передвижение по ней. Предохранять же растения от механических повреждений и переохлаждения под воздействием ветра помогают специальные экраны, решетки и высокие парапеты.

6. Состав растений для сада над головой формируется обычно из представителей горной флоры. Обычно это альпийские или местные растения, или растения из засушливых районов. Они неприхотливы, обладают не слишком развитой корневой системой, легко выдерживают перепады температур и порывы ветра. Кроме того, великолепным украшением воздушного сада служат лианы и прочие вьющиеся растения. Имеет смысл предусмотреть пространство для посадки однолетних цветущих растений, а также место для помещения переносных вазонов.

Преимущества зеленых крыш

- предотвращает чрезмерное нагревание кровли. Летом она нагревается до +80° С, и на покрытии могут образовываться вздутия, заполненные паром и причиняющие вред;
- отражательные свойства "зеленых крыш" и наличие растительности способствует снижению высокой температуры и защите от УФ - излучения, которое значительно ускоряет процесс «старения» материалов кровли;
- несколько слоев, из которых состоит конструкция "зеленой крыши", защищает здание от воздействия холода и делают его микроклимат зимой более мягким;
- защищает здание от резких перепадов наружной температуры, которые вызывают повреждения (микротрещины) верхнего слоя крыши, уменьшая колебания температуры с более чем 100° С до 30°С;
- предотвращает механические повреждения кровельного покрытия, например, от ударов града;
- снижает риск возможного ущерба кровельного покрытия, вызванного сильными порывами ветра;
- повышает пожаробезопасность крыши;
- уменьшает количество воды, стекающей в системы канализации. Почва "зеленой крыши" впитывает около 50% дождевых осадков;
- уменьшает уровень шума в помещениях - "зеленые крыши" заглушают звуки примерно в 8 дБ;
- улучшает микроклимат ближайших окрестностей, а также помещений, расположенных непосредственно под "зеленой крышей". Растения, выделяя влагу в виде пара, снижают температуру воздуха в жаркие дни. Над "зеленой крышей" температура воздуха на 3-5° С ниже, чем на примыкающих территориях. А в помещениях под "зеленой крышей", как правило, не требуется установка кондиционеров. Растения также фильтруют воздух, удаляя 10 - 20% загрязняющих веществ (например, углекислого газа) и выделяя кислород;
- смягчает влияние урбанизации, особенно в условиях мегаполисов, лишенных натуральной растительности. Повышает престижность здания;
- позволяет восстановить зеленые насаждения, ликвидированные при застройке;
- улучшает внешний вид района и города в целом, делая оригинальный акцент на растительность, и представляет собой ресурс для улучшения экологии городов.

Проблемы организации зеленых кровель

Основным недостатком озелененных крыш можно считать большую начальную стоимость по сравнению с обычной крышей. Также, в сейсмоопасных регионах озеленение может существенно усложнить конструкцию крыши. Не все существующие здания могут быть оборудованы любым из типов «зелёных крыш» из-за того, что их крыши могут быть не рассчитаны на такую нагрузку.

При устройстве сада на крыше возникает целый ряд проблем, в частности, постоянно высокий уровень влажности. Эксплуатируемые крыши должны обладать повышенной влагостойкостью и как можно более низким влагопоглощением. Это связано с тем, что проникновение в структуру утеплителя паров воды и влаги, многократные циклы «замораживания-оттаивания» в конечном итоге приводят к потере теплоизоляционных свойств и разрушению материала.

Несущие конструкции эксплуатируемой крыши должны выдерживать вес почвенного слоя и вес растений, экстраполированный во времени, другие эксплуатационные нагрузки, как правило, неравномерно распределенные по площади поверхности, а также ветровые нагрузки. Кроме обычных для любого гидроизоляционного материала разрушающих факторов добавляются новые: микроорганизмы, химические вещества и корневые системы растений. Чтобы повысить устойчивость гидроизоляции, были разработаны специальные химические препараты – антикорневые добавки, которые внедряют в процессе производства гидроизоляционного материала и равномерно распределяют по всей его толщине. Они делают гидроизоляционный слой полностью непроницаемой для корней растений. Перед установкой системы озеленения на крышу старого здания необходимо провести экспертизу кровли.

Если кровля требует ремонта, необходимо выполнить его до установки системы озеленения, поскольку в отличие от обычной кровли ремонт многослойного кровельного пирога зеленой кровли, в случае возникновения протечки, требует больших усилий и средств. Решение этих проблем лежит в строгом соблюдении проектных требований. Если требования нарушаются, возникают протечки, разрушается конструкция кровли, происходит загнивание грунта и растений, а также высыхание (или вымерзание) растительного слоя.

ВЫВОДЫ

1. Применение технологии является актуальным в связи с ухудшением экологической ситуации.
2. «Зеленые крыши» препятствуют влиянию на здание перепадов наружной температуры, которые вызывают повреждения верхнего слоя крыши.
3. Озелененная крыша нуждается в больших затратах, однако они компенсируются за счет ее долговечности по сравнению с обычной.
4. Следует помнить, что «зеленые крыши» требуют особого подхода и учета многих факторов, соблюдение которых приведет к удобству ее эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Титова Н. П. Сады на крышах. Изд.Olma Media Group, 2003.108 стр.
2. Проектирование жилых и общественных зданий: [Учеб. пособие для вузов по направлению "Стр-во" специальности "Пром. и гражд. стр-во"] / Т. Г. Маклакова, С. М. Нанасова, В. Г. Шарапенко; Под ред. Т. Г. Маклаковой; 399, [1] с. М. Высш. шк. 1998
3. Городское зеленое строительство: [Учеб. пособие для архит. и строит. спец. вузов] / В. А. Горохов, 409,[1] с. ил. 24 см, М. Стройиздат, 1991

УДК 624.014

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИЙ КАРКАСА ЗДАНИЯ СЛОЖНОЙ ОРИГИНАЛЬНОЙ ФОРМЫ С УЧЕТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ АРХИТЕКТУРНОГО РЕШЕНИЯ

Булавинцев Ю.Е.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

В статье описывается опыт разработки конструктивного решения каркаса здания сложной оригинальной формы с покрытием положительной двоякой кривизны и ограниченной опорной частью.

Архитектурное и объемно планировочное решение, компоновка конструктивного решения, каркас, расчет, анализ результатов.

ВВЕДЕНИЕ

Описываемое конструктивное решение одного из спальных корпусов проекта «Реконструкция рекреационно-оздоровительного комплекса, в пос. Парковое»