

Конструктивные и технологические особенности кровли, предназначенной для круглогодичного использования

Л.Х. Сафина

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

Аннотация: Эксплуатируемая кровля предназначена для возможности использования, например, в качестве зоны отдыха, размещения спортивных площадок, озеленения, автостоянок и др. Дефицит городских пространств и высокую стоимость земельных участков в черте города предлагается восполнять, используя концепцию вертикального расширения строительства. Отсутствие свободных открытых пространств ограничивает возможности размещения необходимых инфраструктурных объектов для обслуживания растущего числа жителей и снижает уровень комфорта для проживания. В статье представлены результаты сравнительного исследования технологий возведения эксплуатируемых кровель, устраиваемых с традиционным и инверсионным расположением водоизоляционного ковра и теплоизоляции. В результате проведенного исследования показаны технологические преимущества инверсионного устройства эксплуатируемой кровли, предназначенной для озеленения. Трудоемкость технологических операций и продолжительность работ при устройстве озеленяемой кровли по инверсионной технологии ниже на 19,5% по сравнению с традиционной.

Ключевые слова: эксплуатируемая кровля, вертикальное озеленение, инверсионные технологии устройства кровель.

Высокая плотность городской застройки является характерной чертой многих современных крупных городов. Точечная замена малоэтажных зданий высотными многоквартирными домами существенно увеличивает плотность населения.

Отсутствие свободных открытых пространств ограничивает возможности размещения необходимых инфраструктурных объектов для обслуживания растущего числа жителей и снижает уровень комфорта для проживания.

Дефицит городских пространств и высокую стоимость земельных участков в черте города все чаще предлагается восполнять, используя в качестве альтернативного варианта концепцию вертикального расширения строительства [1-3].

Перспективным и развивающимся в последние годы направлением в России является устройство эксплуатируемых кровель. Понятие

«эксплуатируемая кровля» в нашей стране является относительно новым в практике строительства [4-6].

В терминологии ГОСТ Р 58875-2020 "Зеленые" стандарты. Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений» **эксплуатируемая крыша** – это «специально оборудованная крыша здания или сооружения, предназначенная для использования, например, в качестве зоны отдыха, размещения спортивных площадок, озеленения, автостоянок, автомобильной дороги, транспорта над подземными паркингами на стилобатах и т.п., и предусмотренная для пребывания людей, не связанных с периодическим обслуживанием инженерных систем здания».

СП 17.13330.2017 «Кровли» использует похожее определение, но в отношении «эксплуатируемой кровли», при этом «крышей (покрытием)» называет «верхнюю несущую и ограждающую конструкция здания или сооружения». Там же сказано, что исполнение «кровли из рулонных и мастичных материалов предусматривают в традиционном (при расположении водоизоляционного ковра над теплоизоляцией), либо инверсионном (при расположении водоизоляционного ковра под теплоизоляцией) вариантах».

Эксплуатируемые кровли имеют свои особенности при проектировании и возведении [7,8]. В расчете их несущей способности должны быть учтены дополнительные нагрузки и воздействия, например, от оборудования, людей, почвы и растений (при вертикальном озеленении). При этом устраивается предохранительный слой для защиты ковра от механических повреждений, а также противокорневой слой над водоизоляционным ковром для защиты от повреждений корнями растений [9,10]. Материалы кровельного пирога должны быть устойчивыми к ультрафиолетовому излучению, перепадам температур и др., чтобы сохранить требуемые эксплуатационные характеристики продолжительное время.

Ниже представлены результаты сравнительного исследования технологии возведения эксплуатируемых кровель, устраиваемых с традиционным и инверсионным расположением водоизоляционного ковра и теплоизоляции. Исследование было выполнено Фоминым Н.В. при подготовке квалификационной работы магистра.

Технология устройства озеленяемой кровли на готовой бетонной плите покрытия по традиционной технологии и инверсионной технологии представлена в таблице 1 и таблице 2, соответственно. Слой утеплителя традиционной кровли (пункт 3 таблицы 1) располагается под гидроизоляционным ковром (пункт 7 таблицы 1). Слой утеплителя инверсионной кровли (пункт 6 таблицы 2) располагается над гидроизоляционным ковром (пункт 4 таблицы 2), защищая его от внешних разрушающих воздействий, что продлевает срок службы такой кровли.

Таблица №1

Устройство озеленяемой кровли по традиционной технологии

Технологическая операция	Общая трудоемкость, чел-дн/1000 м ²	Число рабочих, занятых в техн. операции	Продолжит. операции, дн.
1	2	3	4
1. Стяжка выравнивающая. Устройство армированной цементно-песчаной стяжки – до 40 мм. ЕниР §Е7-15. ГЭСН 12-01-017-01	9,24	4	2,31
2. Пароизоляция рулонная. Укладка пароизоляции – рулонная с приваркой швов. ЕниР §Е7-13. ГЭСН 12-01-015-03	8,36	4	2,09



1	2	3	4	
3. Теплоизоляция. Укладка теплоизоляционных плит – экструзионный пенополистирол, 80 мм. ЕниР §Е7-14. ГЭСН 12-01-013-01	11,6	4	2,90	
4. Уклонообразующий слой. Укладка уклонообразующего слоя из керамзита – до 40 мм. ЕниР §Е7-14. ГЭСН 12-01-014-02	5,76	4	1,44	
5. Стяжка выравнивающая. Устройство армированной цементно-песчаной стяжки – до 40 мм. ЕниР §Е7-15. ГЭСН 12-01-017-01	12,64	4	3,16	
6. Грунтовочный слой. Нанесение битумного праймера. ЕниР §Е7-4. ГЭСН 12-01-016-01	0,81	1	0,81	
7. Гидроизоляция. Укладка рулонной гидроизоляции битумосодержащей (в 2 слоя по 4 мм) – монтируемой с наплавлением швов. ЕниР §Е7-2. ГЭСН 12-01-037-01	12,66	6	2,11	
8. Дренажный слой. Укладка полимерной профилированной дренажной мембраны – термоскрепленной с геотекстилем с перфорацией, выступы по 8,5 мм, толщина 0,8 мм. ЕниР §Е7-3.	8,12	4	2,03	
Растительный грунт с зелеными насаждениями.	9. Засыпка площади и разравнивание почвы – субстрат 100 мм. ЕниР §Е2-1-58.	5,64	2	2,82
	10. Сплошная одерновка горизонтальных поверхностей – с уклоном не круче 1:2. ЕниР §Е18-26.	10,12	4	2,53
	11. Полив растений. ЕниР §Е18-37.	0,5	2	0,25
ИТОГО	85,45		22,45	

Таблица №2

Устройство озеленяемой кровли по инверсионной технологии

Технологическая операция	Общая трудоемкость, чел-дн/1000 м ²	Число рабочих, занятых в техн. операции	Продолжит. операции, дн.
1	2	3	4
1. Уклонообразующий слой. Устройство уклонообразующего слоя из керамзита – до 40 мм. ЕниР §Е7-14. ГЭСН 12-01-014-02	5,76	4	1,44
2. Стяжка выравнивающая. Устройство армированной цементно-песчаной стяжки – до 40 мм. ЕниР §Е7-15. ГЭСН 12-01-017-01	12,64	4	3,16
3. Разделительный слой. Укладка рулонного нетканого геотекстиля с приваркой швов – толщина 2 мм. ЕниР §Е7-3	3,76	4	0,94
4. Гидроизоляция. Укладка гидроизоляции на основе армированной ПВХ мембраны (2 мм) – с наплавлением швов. ЕниР §Е7-3. ГЭСН 12-01-028-02	6,9	6	1,15
5. Разделительный слой. Укладка рулонного нетканого геотекстиля с приваркой швов – толщина 2 мм. ЕниР §Е7-3.	3,76	4	0,94
6. Теплоизоляция. Укладка теплоизоляционных плит – экструзионный пенополистирол, 80 мм. ЕниР §Е7-14. ГЭСН 12-01-013-01	11,6	4	2,90
7. Дренажный слой. Укладка полимерной профилированной дренажной мембраны – термоскрепленной с геотекстилем с перфорацией, выступы по 8,5 мм, толщина 0,8 мм. ЕниР §Е7-3.	8,12	4	2,03

	1	2	3	4
<i>Растительный грунт с зелеными насаждениями.</i>	8. Засыпка площади и разравнивание почвы – субстрат 100 мм. ЕниР §Е2-1-58	5,64	2	2,82
	9. Сплошная одерновка горизонтальных поверхностей – с уклоном не круче 1:2. ЕниР §Е18-26	10,12	4	2,53
	10. Полив растений. ЕниР §Е18-37	0,5	2	0,25
	ИТОГО	68,8		18,16

Таким образом, при проведении работ в одну смену, общая трудоемкость и продолжительность технологических операций (приведенные к 1000 м²) для устройства озеленяемой кровли по инверсионной технологии ниже на 19,5% по сравнению с традиционной.

Снижение трудоемкости для инверсионной кровли достигается за счет:

1. совмещения функций гидроизоляции и пароизоляции слоем под теплоизоляционным ковром;
2. применения однослойной гидроизоляции на основе ПВХ-мембраны, поскольку этот слой защищен слоем теплоизоляции от внешних механических повреждений;
3. способа крепления гидроизоляционной мембраны – свободный, т.е. без сплошного механического закрепления к нижележащим слоям (согласно с п. 5.4.6 СП 17.13330.2017) со сплавлением шва.

Выводы.

1. Трудоемкость технологических операций и продолжительность работ при устройстве озеленяемой кровли по инверсионной технологии ниже на 19,5% по сравнению с традиционной.
2. Снижение трудоемкости для инверсионной кровли достигается:
 - a. совмещением функций гидроизоляции и пароизоляции;
 - b. возможностью применения однослойной гидроизоляции на основе ПВХ мембраны;
 - c. свободным способом крепления гидроизоляционной мембраны без сплошного механического закрепления к нижележащим слоям со сплавлением шва.

Литература

1. Kievskiy L.V., Kievskiy I.L. Multiplier effects of the Moscow construction complex. International Journal of Applied Engineering Research, 2016, Volume 11, No 1, pp. 304-311.
2. Feng C., Meng Q., Y. Zhang Y. Theoretical and experimental analysis of the energy balance of extensive green roofs. Energy and Buildings, 2010, vol.42, issue.6, pp.959-965,
3. Klueva, N., Emelyanov, S., Kolchunov, V., Bukhtiyarova, A. New industrial energy and resource saving structural solutions for public buildings, Applied Mechanics and Materials, 2015, Volume 725-726, pp. 1423-1429.
4. Король Е.А., Шушунова Н.С. Технологии экостроительства эксплуатируемых кровельных покрытий. Научное обозрение. 2015. № 8. Сс. 42-45.
5. Эксплуатируемые и зелёные кровли. Техническое руководство. Ewald, Dörken GmbH &Co. KG, D-58313 Herdecke, 2020, URL: doerken.com/ru/ru/content/preview/21746/file/Plannung_Grundach_2014_ru.pdf

6. Нилова О.В., Москаленко З.С. Озеленение крыш: отечественный и зарубежный опыт. *Universum: Технические науки: электрон. научн. журн.* 2019. № 12(69). Сс. 66-67. URL: cyberleninka.ru/article/n/ozelenenie-krysh-otchestvennyu-i-zarubezhnyu-opyt/viewer

7. Заключение №2/12270 (О результатах испытания на долговечность кровельной полимерной мембраны “LOGICROOF V-RP”) // ФГБУ НИИСФ РААСН, 2017, с. 4.

8. Иоффе А.О. Технология создания зеленых крыш в условиях севера России. *Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн.* 2016. №10(28). URL: cyberleninka.ru/journal/n/universum-himiya-i-biologiya#/968213.

9. Иоффе А.О., Гаврилова О.И. Зеленые растения и зеленые крыши как способ борьбы с шумовым загрязнением // *Инженерный вестник Дона*, 2018, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5319.

10. Токарев, А.Г. Градостроительство Ростова-на-Дону в 1920-е гг. – концепции и реализация // *Инженерный вестник Дона*, 2010, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2010/236.

References

1. Kievskiy, L.V., Kievskiy, I.L. *International Journal of Applied Engineering Research*, 2016, Volume 11, № 1, pp. 304-311.

2. Feng C., Meng Q., Y. Zhang Y. *Energy and Buildings*, 2010, vol.42, issue.6, pp.959-965.

3. Klueva, N., Emelyanov, S., Kolchunov, V., Bukhtiyarova, A. *Applied Mechanics and Materials*, 2015, Volume 725-726, pp. 1423-1429.

4. Korol`, E.A. *Nauchnoe obozrenie*. 2015. № 8. pp. 42-45.

5. E`kspluatiruemy`e i zelyony`e krovli. *Texnicheskoe rukovodstvo [Exploited and green roofs. Technical guide]*. Ewald, Dörken GmbH &



- Co. KG, D-58313 Herdecke, 2020. URL: doerken.com/ru/ru/content/preview/21746/file/Plannung_Grundach_2014_ru.pdf
6. Nilova O.V., Moskalenko Z.S. Universum: Texnicheskie nauki: e`lektron. nauchn. zhurn. 2019. № 12(69). URL: cyberleninka.ru/article/n/ozelenenie-krysh-otechestvennyy-i-zarubezhnyy-opyt/viewer
7. Zaklyuchenie №2/12270 (O rezul`tatax ispy`taniya na dolgovechnost` krovel`noj polimernoj membrany` [The conclusion No. 2/12270 (On the results of the roofing polymer membrane the durability testing). “LOGICROOF V-RP”. FGBU NIISF RAASN, 2017, p. 4.
8. Ioffe A.O. Universum: Ximiya i biologiya: e`lektron. nauchn. zhurn. 2016. №10(28). URL: cyberleninka.ru/journal/n/universum-himiya-i-biologiya#/968213.
9. Ioffe A.O., Gavrilova O.I. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/236.
10. Tokarev A.G. Inzhenernyj vestnik Dona, 2010, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2010/236.