

**Татьяна ТКАЧЕНКО, Виктор МИЛЕЙКОВСКИЙ**

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТРАВЯНОГО ПОКРОВА НА ТЕМПЕРАТУРУ ГРУНТА ДЛЯ КРОВЕЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ**

Active development of modern cities has led to the problem of shortage of land, especially in the central urban areas. This has created serious environmental problems that can be solved with the help of roof greening. The work carried out to test the hypothesis of “cooling effect” vegetable green roof layer. Our experimental studies suggest that the “cooling effect grass” due to the evaporation of moisture during temperature measurement. We have identified the main thermal processes occurring in the top layer of the roof: the reflection and absorption of solar radiation, the thermal resistance between the soil and the surrounding air by conduction and convection, accumulation of heat in the soil, moisture exchange between the soil, the grass and the environment. Reducing the temperature of the grass compared to bituminous coating due to the decrease of the absorption of solar energy. Low soil temperature as compared with ambient air connected with the insulating properties of grass that saves “cold” accumulated during the night by ground.

**Keywords:** green roof, vegetation layer, cooling effect

### **ВВЕДЕНИЕ**

Современные градостроительные тенденции (рост и уплотнение застройки городского пространства) практически не оставляют мест, которые отделяли бы человека от факторов, пагубно сказывающихся на здоровье населения города (шума, пыли и агрессивной городской среды). Все меньше остается мест для комфортного отдыха человека. Особенно это чувствуется в центральной части крупных городов. Точечная застройка увеличивает плотность населения и зачастую нормы по количеству озеленения на одного жителя там не соблюдаются. В этой уплотненной застройке, где размещены здания и обслуживающие их парковки, нет площадей для создания рекреационных зон. Современные подходы к озеленению городского пространства позволяют решать проблемы экологии без радикальных методов преобразования городской среды (без сноса зданий для создания нормируемого количества озелененных зон). В настоящее время важным направлением в развитии архитектуры города является выработка современных способов формирования зон экологического комфорта в условиях уплотненной застройки. Одним

из наиболее актуальных является кровельное озеленение. Существуют различные мнения относительно влияния растительного покрова зеленой кровли на снижение ее температуры. Например, немецкий профессор Гернот Минке говорит об эффекте экономии теплоты и «холода» в зеленой кровле [1]. Группа ученых из Словакии [2] считает очень важным оптимальный выбор ассортимента растений для уменьшения температуры зеленой кровли. Во всех исследованиях идет речь об «охлаждающем эффекте» растительного слоя. Поэтому, целью нашей работы является проверка гипотезы «охлаждающего эффекта» растительного слоя зеленой кровли. Под «охлаждающим эффектом» понимается, что помимо теплозащитных свойств, трава выполняет функцию активного охлаждения. Это может быть за счет испарения влаги, т.е. преобразования явной теплоты в скрытую (теплоту, так называемого испарительного охлаждения). Помимо этого, в любом живом организме (в том числе и в живой траве) происходит процесс метаболизма с выделением теплоты. Поэтому, однозначно рассчитать «эффект охлаждения травы» является нетривиальной задачей. Если трава искусственно поливается, то появляется дополнительное испарительное охлаждение. Мы рассматриваем случай, когда трава находится без дополнительного полива.

## 1. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Данная работа открывает серию исследований теплозащитных свойств травяного покрова. Натурные исследования проводилось на склонах Днепра около парка Славы 26.06.2016 г. Скорость ветра во время замеров была незначительной. Использован термогигрометр TESTO 408H1 (установлен на штативе) с погрешностью до 5°C и лабораторный ртутный термометр по ГОСТ 6080-51 диапазон  $-25 \div +50^\circ\text{C}$ , цена деления 0,2°C (подвешен на штативе и погружен в толщу травы до касания с грунтом). Приборы защищались от солнечной радиации алюминиевой фольгой. Конструкция термогигрометра не позволяет настолько хорошо защитить приемное отверстие от рассеянной солнечной радиации, как термометр. Однако различие показателей приборов не превышало 1°C. Исследования проводились в трех точках: в тени (рис. 1); на участке, где только что появилось прямое солнечное излучение (рис. 2) и на участке, который весь световой день освещен солнцем.

## 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследованиями (табл. 1) установлено, что разница температуры в первой точке составляет 7°C, во второй точке порядка 5°C, в третьей точке температуры практически равные. Следовательно, можно сказать, что «охлаждающий эффект травы» находится в пределах точности термометра, т.е. в данных исследованиях не был выявлен.



Рис. 1. Исследования изменения температуры в тенистом участке

Таблица 1. **Натурные показатели изменения температуры в трех опытных точках**

Точка	Описание	В траве		В воздухе	
		t [°C]	φ [%]	t [°C]	φ [%]
1	Крапива, 500 мм, тень	23,52	74,75	30,00	43,27
2	Разнотравье, 600 мм, солнце целый день	31,00	48,24	26,06	55,23
3	Пырей, солнце, 17:53	31,10	64,1	31,40	—

Если бы «охлаждающий эффект травы» был существенным, то во всех точках была бы существенная разница температуры. Значит, в данном случае мы можем говорить о термоаккумулирующих свойствах грунта и теплоизолирующих свойствах травяного слоя. Благодаря транспирации (испарение воды растением) не происходит перегрева травы солнечной радиацией. Если бы не было транспирации, то температура в траве была бы значительно выше

температуры воздуха. Однако избыточная теплота от поглощенной солнечной радиации переходит в скрытую теплоту парообразования.



Рис. 2. Исследования изменения температуры на участке, где только что появилось прямое солнечное излучение

В нашем случае существенная разница наблюдается только при условии, что грунт не успел прогреться за сутки (1-2 точки).

Нами выделены основные тепловые процессы, происходящие в верхнем слое кровли:

- отражение и поглощение солнечной радиации, термическое сопротивление между почвой и окружающим воздухом за счет теплопроводности и конвекции,
- накопление (аккумулирование) теплоты в грунте и в кровельных конструкциях,
- влагообмен между почвой, травой и окружающей средой.

При этом процесс транспирации компенсирует избыточную солнечную радиацию и теплоту метаболических процессов.

При изучении теплофизических процессов, происходящих в растительном слое зеленой кровли, установлено, что термическое сопротивление определяется теплопроводностью самой травы и воздуха между ней, конвекцией (между травинками) [3] и теплоотдачей в окружающую среду (тоже конвекцией). Для более детального исследования процессов разработана и изготовлена физическая модель, которая позволяет исследовать данные процессы при различной скорости ветра в аэродинамической трубе. Результатам этих исследований будут посвящены дальнейшие работы.

## ВЫВОДЫ

Натурные исследования проводилось на склонах Днепра около парка Славы 26.06.2016 г. Использован термогигрометр TESTO 408H1 с погрешностью до 5°C и лабораторный ртутный термометр по ГОСТ 6080-51 диапазон -25÷+50°C, цена деления 0,2°C. Приборы защищались от солнечной радиации алюминиевой фольгой. Конструкция термогигрометра не позволяет настолько хорошо защитить приемное отверстие от рассеянной солнечной радиации, как термометр. Однако различие показателей приборов не превышало 1°C. Исследования проводились в трех точках (рис. 1, 2): в тени; на участке, где только что появилось прямое солнечное излучение и на участке, который весь световой день освещен солнцем.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Fragenan Professor Gernot Minke // Dach+Grun. 2014, 3, 6-10. 6. Dammungdurch Dachbegrünungen // Dach+Grun. 2014, 4, 6-12.
- [2] Poorova Z., Green roof as saving technology and creator of microclimate, Poorova Z., Vranay F., Vranayova Z., Visnyk Natsionalnoho Universytetu «Lvivska Politehnika», Zbirnyk naukovykh prats, Serii: «Teoriia i praktika budivnytstva», No 844, «Lvivska Politehnika», Lviv 2016, 311-315.
- [3] Ploskii V.O., Modeliuvannia termichnoho oporutrvianoho sharuzelenoipokrivli, Ploskyi V.O., Tkachenko T.M., Mileikovskiy V.O., Dziubenko V.G., Visnyk Natsionalnoho Universytetu «Lvivska Politehnika». Zbirnyk naukovykh prats, Serii: «Teoriia i praktika budivnytstva», No 844, «Lvivska Politehnika», Lviv 2016, 158-163.

## BADANIE WPŁYWU POKRYWY TRAWIASTEJ NA TEMPERATURĘ GRUNTU NA DACHACH ZIELONYCH

Aktywny rozwój nowoczesnych miast generuje problem niedoboru ziemi i zieleni w szczególności w centralnych obszarach miejskich. To stało się przyczyną poważnych problemów środowiskowych, które mogą być rozwiązane za pomocą ogrodów dachowych. Prace przeprowadzono w celu przetestowania hipotezy „efekt chłodze-

nia” roślinnej warstwy dachu. Nasze badania wskazały „efekt chłodzenia” w rezultacie odparowania wilgoci przy pomiarach temperatury. Zidentyfikowano procesy termiczne zachodzące w warstwie wierzchniej dachu: zjawiska odbicia i absorpcji promieniowania słonecznego, opór przejmowania ciepła na powierzchni dachu uwzględniający przewodzenie i konwekcję ciepła, akumulację ciepła w gruncie, wymianę wilgoci między gruntem, warstwą roślinną i powietrzem. Obniżenie temperatury pokrywy trawiastej w porównaniu do powłok bitumicznych spowodowane jest obniżeniem absorpcji energii promieniowania słonecznego. Niższa, w porównaniu do temperatury powietrza, temperatura gruntu wynika z właściwości zatrzymania w gruncie „chłodu” powstałego w okresie nocnym.

**Słowa kluczowe:** dach zielony, warstwa roślinności, efekt chłodzenia