

УДК 692.432

## ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ РЕМОНТНИХ РОБІТ ДЛЯ ПРОДОВЖЕННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РУЛОННИХ ПОКРІВЕЛЬ

ТРИФОНОВ І. В.,<sup>1</sup> *д.т.н., проф.*  
НЕСЕВРЯ П. І.,<sup>2\*</sup> *к.т.н, доц.*  
ДМИТРЕНКО І.С.,<sup>3</sup> *к.т.н, доц.*  
ДОЛОТІЙ М. А.,<sup>4</sup> *ас.*

<sup>1</sup> Кафедра технології будівельного виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, м. Дніпро, Україна, тел. +38 (096) 810-78-28, e-mail: Vo\_ron@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3278-6197

<sup>2\*</sup> Кафедра технології будівельного виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, м. Дніпро, Україна, тел. +38 (0652) 47-02-98, e-mail: nesevrya1962@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-2371-7381

<sup>3</sup> Кафедра технології будівельного виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, м. Дніпро, Україна, тел. +38 (0652) 47-02-98, ORCID ID: 0000-0001-9356-8196

<sup>4</sup> Кафедра технології будівельного виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, м. Дніпро, Україна, тел. +38 (0652) 47-02-98, ORCID ID: 0000-0003-0105-3633

**Анотація.** *Ціль.* У статті розглянуті та проаналізовані архітектурно-конструктивні рішення житлових і цивільних будинків України. Особлива увага приділялася будинкам, що мають суміщену покрівлю. Загальна частка цих будинків є в експлуатації близько 40 років. Тож майже у всіх цих будов в аварійному стані знаходяться системи комунікацій, а також покрівлі. Саме останній проблемі приділено особливу увагу в цій статті. На території України ремонтом багатоповерхівок займаються житлово-експлуатаційні контори або більш прогресивні об'єднання співвласників багатоквартирного будинку. Ці організації мають обмежені можливості через недостатнє фінансування. *Методика.* Авторами проводилося спостереження за технологією ремонтних робіт та було оцінено ефективність ремонту 13-ти блокових 4-х секційних житлових будинків. Встановлено, що практично 90% відремонтованих ділянок перестають нормально функціонувати вже через 2 роки. З вище сказаного з'являються кілька проблем, це недосконалість технології ремонту, або технологічні порушення під час виконання ремонтних робіт. Спостереження авторів за ходом ремонтних робіт на досліджуваних ділянках, виявило ряд недоліків в організації, проведенні та контролі якості ремонту рулонних покрівель. Було встановлено, що в більшості випадків виникли пухирі в руберойдовому килимі просто проколювалися, притискалися й поверх приклеювався новий шар руберойду. Просушування і приклеювання пошкодженої ділянки до стягування не виконувалося. Фактично ремонт зводився до наклеювання додаткового шару без усунення локальних пошкоджень і здуття. По об'єктах, за якими велися спостереження, виконувався аналіз витрат праці і вартості робіт. Збір статистичної інформації для підрахунку трудовитрат проводився по 140 ділянкам. Була розглянута проблема мокрого та замерзлого утеплювача на покрівлі, який при ремонті не замінювався. А також його вплив на втрати тепла. *Практична значущість.* У роботі запропонована технологія та доведена доцільність використання цієї технології ремонту суміщених дахів на основі техніко-економічного порівняння варіантів виконання робіт.

**Ключові слова:** покрівля; ремонт; трудомісткість; вартість; аератор; флюгарки

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ ДЛЯ ПРОДОЛЖЕНИЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ РУЛОННЫХ ПОКРЫТИЙ

ТРИФОНОВ И. В.,<sup>1</sup> *д.т.н., проф.*  
НЕСЕВРЯ П. И.,<sup>2\*</sup> *к.т.н, доц.*  
ДМИТРЕНКО И.С.,<sup>3</sup> *к.т.н, доц.*  
ДОЛОТИЙ М. А.,<sup>4</sup> *асс.*

<sup>1</sup> Кафедра технологии строительного производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, г. Днепр, Украина, тел. +38 (096) 810-78-28, e-mail: Vo\_ron@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3278-6197

<sup>2\*</sup> Кафедра технологии строительного производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, г. Днепр, Украина, тел. +38 (0652) 47-02-98, e-mail: nesevrya1962@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-2371-7381

<sup>3</sup> Кафедра технологии строительного производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, г. Днепр, Украина, тел. +38 (0652) 47-02-98, ORCID ID: 0000-0001-9356-8196

<sup>4</sup> Кафедра технологии строительного производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, г. Днепр, Украина, тел. +38 (0652) 47-02-98, ORCID ID: 0000-0003-0105-3633

**Аннотация. Цель.** В статье рассмотрены и проанализированы архитектурно-конструктивные решения жилых и гражданских зданий Украины. Особое внимание уделялось домам с совмещенными кровлями. Большая этих домов в эксплуатации около 40 лет. Поэтому почти у всех этих зданий в аварийном состоянии находятся системы коммуникаций, а также кровли. Именно последней проблеме уделено особое внимание в данной статье. На территории Украины ремонтом многоэтажных домов занимаются жилищно-эксплуатационные конторы или более прогрессивные объединения совладельцев многоквартирного дома. Эти организации имеют ограниченные возможности из-за недостаточного финансирования. **Методика.** Авторами проводились наблюдения за технологией ремонтных работ и была оценена эффективность ремонта 13-ти блочных 4-х секционных жилых домов. Установлено, что практически 90% отремонтированных участков перестают нормально функционировать уже через 2 года. Из выше сказанного появляются несколько проблем, это несовершенство технологии ремонта, или технологические нарушения при выполнении ремонтных работ. Наблюдение авторов за ходом ремонтных работ на исследуемых участках, выявило ряд недостатков в организации, проведении и контроле качества ремонта рулонных кровель. Было установлено, что в большинстве случаев возникшие пузыри в рубероидном ковре просто прокалывались, прижимались и приклеивался новый слой рубероида. Просушки и приклеивания поврежденного участка к цементно-песчаной стяжке не выполнялось. Фактически ремонт сводился к наклеиванию дополнительного слоя без устранения локальных повреждений и вздутий. По объектам, на которых велись наблюдения, выполнялся анализ затрат труда и стоимости работ. Сбор статистической информации для подсчета трудозатрат проводился по 140 участкам. Была рассмотрена проблема мокрого и замерзшего утеплителя на кровле, который при ремонте не заменялся. А также влияние этого фактора на потери тепла. **Практическая значимость.** В работе предложена технология и доказана целесообразность использования этой технологии ремонта совмещенных крыш на основе технико-экономического сравнения вариантов выполнения работ.

**Ключевые слова:** кровля; ремонт; трудоемкость; стоимость; аэратор; флюгарки

## IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF REPAIR WORKS FOR CONTINUING THE LIFE CYCLE OF OPERATION OF ROLL COATING

TRIFONOV I.V., <sup>1</sup> Dr. Sc. (Tech.), prof.

NESEVRYA P.I., <sup>2\*</sup> PhD, as. prof.

DMITRENKO I.S., <sup>3</sup> PhD, as. prof.

DOLOTIY M.A., <sup>4</sup> as.

<sup>1</sup> Department of Building Technology, State Higher Educational Institution "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", Chernyshevsky str., 24-a, 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (096) 810-78-28, e-mail: Vo\_ron@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3278-6197

<sup>2\*</sup> Department of Building Technology, State Higher Educational Institution "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", Chernyshevsky str., 24-a, 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (0652) 47-02-98, e-mail: nesevrya1962@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-2371-7381

<sup>3</sup> Department of Building Technology, State Higher Educational Institution "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", Chernyshevsky str., 24-a, 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (0652) 47-02-98, ORCID ID: 0000-0001-9356-8196

<sup>4</sup> Department of Building Technology, State Higher Educational Institution "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", Chernyshevsky str., 24-a, 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (0652) 47-02-98, ORCID ID: 0000-0003-0105-3633

**Annotation. Purpose.** The article describes and analyzes the architectural and constructive solutions to residential and civic buildings in Ukraine. Particular attention was paid to their homes with a combined roofs. Most of these houses in operation for about 40 years. Therefore, almost all of these buildings are in poor condition communication system as well as the roof. That last issue highlighted in this article. On the territory of Ukraine are engaged in repair of high-rise buildings housing maintenance office or a progressive association of co-owners of an apartment building. These organizations have limited opportunities due to lack of funding. **Methodology.** The authors conducted monitoring of repair technology and the effectiveness of the repair was assessed a 13-minute block of 4 sectional houses. It is found that almost 90% of the repaired portions cease to function properly after 2 years. From the above, there are a few problems, it is the imperfection of technology of repair, or technological irregularities in carrying out repair work. Monitoring the progress of the authors of repair work on the test sites, revealed a number of shortcomings in the organization, implementation and quality control of roll roofing repairs. It was found that in most cases caused bubbles in the carpet just ruberoidnyj pierced, pressed and glued a new layer of roofing material. Drying and gluing the damaged area to the cement-sand screed is not performed. In fact, the repair was limited to gluing an additional layer without elimination of local damage and

blistering. On the objects on which the observations were made, carried out an analysis of labor costs and the cost of work. Collecting the statistical information held by counting 140 labor sites. The problem of wet and frozen to the roof insulation was considered, which is not replaced during repair. **Practical value.** The technology is proposed and the expediency of using this technology of repair of combined roofs is proved on the basis of technical and economic comparison of work execution options.

**Keywords:** roof; repair; laboriousness; cost; aerator; roof cowl

### Вступ

При розгляді архітектурно-конструктивних рішень житлових і цивільних будівель України встановлено, що частка житлової площі в 5-ти і 9 - ти поверхових будинків, що мають суміщену покрівлю становить до 60% всього житлового фонду країни, а в східних регіонах до 70%. Ці будівлі були побудовані 40 - 50 років тому. Вони вичерпали проектний ресурс експлуатації, морально застаріли та потребують капітального ремонту, але, з огляду на економічні проблеми України, є всі підстави стверджувати, що їх будуть експлуатувати ще не один десяток років.

### Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями

Перша проблема цих будівель це комунікації, що ремонтуються в аварійному порядку або частково змінюються силами мешканців. Друга за важливістю проблема - ремонт дахів. Самі мешканці, як правило, не можуть усунути протікання дахів і звертаються зі скаргами в житлово-експлуатаційні контори (ЖЕК) або в сформовані зараз об'єднання співвласників багатоквартирного будинку (ОСББ). Слід зауважити, що вищевказані організації мають дуже обмежені фінансові можливості для ремонту, тому, замість капітального ремонту покрівлі виконують частковий, обмежуючись наклеюванням додаткового шару руберойду в місцях протікання, що призводить до абсолютно неефективного витрачання коштів.

*Аналіз конструктивних особливостей дахів.* Для обґрунтування цього твердження розглянемо конструктивні рішення та особливості ремонту суміщених дахів. Зауважимо, що дахи з вентиляваним горищним приміщенням, характерні для серії будинків А-468 становлять лише невелику частину житлового фонду і в даній статті не будуть розглядатися.

У 5-ти поверхових будинках із дахом, що мають суміщену конструкцію по плитам перекриття останнього поверху влаштовується пароізоляція, далі шар утеплювача з керамзиту або гранульованого шлаку, цементно-піщане стягування та чотириохаровий килим руберойду на гарячих бітумних мастиках [1, 2]. Схожу конструкцію дахів, а тому й ті ж проблеми, мають також 9-ти поверхові будівлі, обладнані водоприймальними воронками для внутрішнього відведення дощової води. Гарантійний термін експлуатації дахів цієї будови становить до 10 років [3]. Далі, через 3 роки проводиться частковий ремонт, який передбачає усунення здуття, локальних пошкоджень та наклеювання додаткового шару

руберойду. Капітальний ремонт передбачає повне знімання дефектного килиму руберойду до цементно-піщаного стягування та влаштування нового. За даними житлово-експлуатаційних організацій Соборного та Шевченківського районів м. Дніпра встановлено, що капітальний ремонт дахів за останні 10 років в цих районах майже не проводився. Схожа ситуація, найімовірніше, характерна і для України в цілому. Тому, проблеми капітального ремонту в статті розглядатися не будуть.

### Мета дослідження

Розглянути та проаналізувати архітектурно-конструктивні рішення житлових і цивільних будинків України. Розробити технологію ремонту суміщених дахів на основі техніко-економічного порівняння варіантів виконання робіт.

### Дослідницька частина

Згідно міжремонтним термінів експлуатації покрівель вони повинні ремонтуватися через 5 - 7 років. Авторами проводилося спостереження за технологією ремонтних робіт та було оцінено ефективність ремонту 13-ти блокових 4-х секційних житлових будинків. Для проведення спостережень покрівля розбивалася на ділянки по 100 м<sup>2</sup>. Всього кількість ділянок, за якими спостерігали дорівнює 140. Було встановлено, що через рік 102 з відремонтованих ділянок покрівлі вийшли з ладу, тобто почали знову пропускати воду. Ще 23 ділянки стали непридатними до експлуатації через 2 роки, а що залишилися, а саме – 15, на момент написання статті, тобто через 3 роки, ще нормально функціонують. Хоча можна припустити, що, швидше за все, вони вийдуть з ладу найближчим часом. Таким чином, практично 90% відремонтованих ділянок перестають нормально функціонувати вже через 2 роки. Встановлено також, що нові суміщені покрівлі практично завжди витримували термін експлуатації до початку протікання 5 - 8 років. З вище сказаного з'являються кілька проблем, це недосконалість технології ремонту, або технологічні порушення під час виконання ремонтних робіт [4, 5].

Технологія ремонту суміщених покрівель передбачає обстеження, виявлення локальних пошкоджень та здуття килима, усунення місцевих ушкоджень, розрізання відшарованому ділянки (здуття) до стяжки, просушування змокрилої ділянки, наклеювання відшарованого руберойду на свіжу гарячу мастику із попереднім ґрунтуванням, наклеювання додаткових шарів руберойду. Локальні пошкодження утворюються через неправильну

експлуатацію покрівлі (ходіння в жорсткому взутті, перетягуванні вантажів тощо), несанкціонованому встановленню різного типу антен, поганій адгезії додаткового (ремонтного) шару та старого покриття. Причиною появи здуття ремонтного шару є наявність вологи, яка накопичується в шарі утеплювача під час протікання й не може випаруватися після ремонту, так як вона обмежена пароізоляцією і новим шаром руберойду. Надмірний тиск пара влітку, коли температура покриття може досягати 60°C, відриває новий наклеєний шар, утворюючи пухир. У зимовий час волога конденсується, замерзає, що в кінцевому підсумку, призводить до утворення тріщин ремонтного шару руберойду [6].

Спостереження за ходом ремонтних робіт на досліджуваних ділянках, виявило ряд недоліків в організації, проведенні та контролі якості ремонту рулонних покрівель. Було встановлено, що в більшості випадків виникли пухири в руберойдовому килимі просто проколювалися, притискалися й поверх приклеювався новий шар руберойду. Просушування і приклеювання пошкодженої ділянки до стягування не виконувалося. Таким чином, фактично ремонт зводився до наклейки додаткового шару без усунення локальних пошкоджень і здуття.

В результаті волога, що збереглася в утеплювачі, приводила до виникнення нових пухирів і швидкого виходу відремонтованої ділянки покрівлі з ладу. Так само було встановлено, що контроль за виробництвом окремих технологічних операцій при ремонті не проводився навіть представниками ЖЕК, не кажучи вже про комісії мешканців будинку. Приймальний контроль не дозволяє виявити технологічні порушення. При існуючій організації ремонтних робіт, тобто без постійного контролю, забезпечити правильну технологію ремонту не представляється можливим.

По об'єктам, за якими велися спостереження, виконувався аналіз витрат праці і вартості робіт.

Вартість ремонту з урахуванням вартості матеріалів коливається в межах 2,1 - 3,9 у.г.о. (1 долар США) за квадратний метр, залежно від вартості матеріалів, що застосовуються для ремонту. Заробітна плата робітників, що виконують ремонт, згідно калькуляції коливається в межах 0,25 - 0,41 у.г.о. за 1м<sup>2</sup>, а трудомісткість 0,17 – 0,22 люд.-год. на 1м<sup>2</sup>. Різниця в зарплаті обумовлюється складністю ремонту, хоча всі дахи знаходяться в момент ремонту приблизно в однаковому стані і, швидше за все мова йде про домовленості з керівництвом ЖЕК. Заробітна плата робітників на ремонті покрівлі становить 250 - 400 у.г.о. на місяць. Розходи на ремонт покрівель досліджувалися по калькуляціях витрат на об'єктах, де ремонтувалися покрівлі.

Калькуляції відображають найбільш поширені технології ремонту сумішених покрівель, які передбачають такі технологічні процеси: очищення покрівлі від сміття; виявлення здуття та відшарування рулонного килима від цементно-піщаного стягування (пухирів); розігрів гарячої

мастики, подача ремонтних матеріалів на покрівлю; розрізання та розгортання бульбашок з промазуванням основи ґрунтовкою й подальшому приклеюванні розрізаних ділянок килима, наклеювання ще одного шару руберойду, як правило наплавного; облаштування примикань, жерстяних фартухів, водоприймальних труб; ремонт місцевих пошкоджень, пов'язаних із самовільною установкою мешканцями антен, прокладання кабелів і т.п.

Застосування наплавного руберойду для додаткового шару пояснюється проблемами використання гарячих бітумних мастик в умовах функціонуючого житлового будинку. Хоча в невеликих обсягах гарячі мастики необхідні, наплавний руберойд для додаткового рулонного килима кращий з економічної та практичної точки зору. Калькуляції базуються на нормативах трудомісткості згідно збірників ЕНіР №№1,7, 11. Однак, ЕНіР не нормує роботи пов'язані з усуненням локальних пошкоджень і здуття. Ці роботи враховуються по галузевим нормам і на 100м<sup>2</sup> покрівлі складають відповідно 1,76 і 1,87 люд.-год., хоча кількість здуття і примикань може бути різним для різних покрівель. Відповідно і реальна трудомісткість може відрізнятися суттєво, що ускладнює обґрунтування вартості ремонтних робіт. Як вже зазначалось, було виконано обстеження 140 ділянок покрівлі по 100м<sup>2</sup> і визначалось на кожній ділянці кількість здуття і локальних ушкоджень, накопичувалися статистичні дані по будівлях в цілому. Відповідно величина статистичної вибірки склала 140 спостережень.

Обробка і обґрунтування статистичних даних виконувалася стандартною програмою Excel. Було встановлено, що для однієї ділянки кількість здуттів коливається від 6 до 18 штук. При цьому математичне сподівання  $M_{(зд.)} = 13,1$  штук, а середньоквадратичне відхилення  $\sigma_{(зд.)} = 1,9$ . Коливання локальних ушкоджень 0 - 8 штук. Математичне очікування  $M_{(ч.тр.)} = 3,6$  штук, середньоквадратичне відхилення  $\sigma_{(ч.тр.)} = 1,3$ . Були виконані хронометражні спостереження технологічного процесу й розраховані витрати праці для ремонту покрівлі в місцях здуття та локальних пошкоджень. Всього було проаналізовано 89 випадків ремонту здуття і 67 випадків ремонту локальних пошкоджень, хоча загальна кількість цих дефектів на розглянутих ділянках понад 700. Статистичний аналіз отриманих даних, що були розглянуті як випадкові величини, показав, що вони розподілені у відповідності до нормального закону. При цьому, для здуття трудомісткість коливалася в межах від 1,18 до 2,45 люд.-год. Математичне очікування трудомісткості ремонту здуття  $M_{(Т.зд.)}=1,81$  люд.-год., Середньоквадратичне відхилення  $\sigma_{(Т.зд.)} = 0,21$  люд.-год. Для локальних ушкоджень трудомісткість коливалася від 1,15 до 1,69 люд.-год.

Математичне сподівання трудомісткості ремонту локальних пошкоджень  $M_{(Т.ч.тр.)} = 1,42$  люд.-год.,

середньоквадратичне відхилення  $\sigma_{(T,ч.тр.)} = 0,09$  люд-год.. Трудомісткість зазначених робіт не включає в себе трудовитрати на підготовчі процеси, пов'язані з вантажно-розвантажувальними роботами, організацією ділянки розігріву гарячої мастики і власне розігрівом. Для  $100\text{м}^2$  покрівлі трудовитрати на ці роботи коливалися в межах від 6,73 до 10,1 люд-год. Математичне сподівання трудовитрат на транспортування і розігрів  $M_{(T,ч.тр.)} = 8,41$  люд-год., середньоквадратичне відхилення  $\sigma_{(T,ч.тр.)} = 0,56$  люд-год. У всіх випадках, за якими спостерігали не використовувалися спеціальні котли на рідкому або газоподібному паливі, а розігрів мастики проводився в баках. Це логічно, якщо взяти до уваги малі обсяги робіт, так як додатковий шар виконувався з наплавного руберойду, а гаряча мастика використовувалася тільки для ремонту здуття й локальних пошкоджень. Трудомісткий процес розігріву гарячої мастики, а також її транспортування вручну в відрах по сходовій клітці або за допомогою встановленої на даху щогли з роликом. Даховий кран або механізована лебідка, згідно зі спостереженнями, не використовувалася. За результатами досліджень можна розрахувати прогнозовану трудомісткість і вартість ремонтних робіт. Значення трудомісткості для технологічних операцій будемо розраховувати як  $M + \sigma$ .

Трудомісткість влаштування  $100\text{м}^2$  шару наплавного руберойду приймаємо по ЕНІР № 7.  $T_{ш.н.р.} = 4,2$  люд-год. Розрахункова трудомісткість (1) робіт з урахуванням всіх перерахованих вище процесів становить для  $100\text{м}^2$ :

$$T_{100\text{м}^2} = M_{(T_{mp})} + \sigma_{(T_{mp})} + (M_{zd} + \sigma_{zd}) \cdot (M_{(T_{zd})} + \sigma_{(T_{zd})}) + (M_{(ln)} + \sigma_{(ln)}) \cdot (M_{(T_{ln})} + \sigma_{(T_{ln})}) + T_{шнр} \quad (1)$$

де  $M_{zd}$  – математичне очікування здуття;

$\sigma_{zd}$  – середньоквадратичне відхилення здуття;

$M_{(T_{zd})}$  – математичне очікування трудомісткості ремонту здуття;

$\sigma_{(T_{zd})}$  – середньоквадратичне відхилення трудомісткості ремонту здуття;

$M_{(ln)}$  – математичне очікування трудомісткості ремонту локальних пошкоджень;

$\sigma_{(ln)}$  – середньоквадратичне відхилення трудомісткості ремонту локальних пошкоджень;

$M_{(T_{ln})}$  – математичне очікування трудовитрат на транспортування і розігрів;

$\sigma_{(T_{ln})}$  – середньоквадратичне відхилення на транспортування і розігрів;

$T_{шнр}$  – трудомісткість влаштування  $100\text{м}^2$  шару наплавного.

$$T_{100\text{м}^2} = 8,41 + 0,56 + (13,1 + 1,9) \cdot (1,81 + 0,21) + (3,6 + 1,3) \cdot (1,42 + 0,09) + 4,2 = 50,87 \text{ люд} - \text{год}.$$

Як видно з наведених розрахунків, прогнозована трудомісткість –  $T_{100\text{м}^2} = 50,87$  люд-год. істотно перевищує фактичну, за якою виплачувалася заробітна плата –  $T_{ф} = 0,2 \cdot 100 = 20$  люд-год.

Розумне пояснення цьому факту полягає в припущенні, що робітники не виконували всі необхідні технологічні процеси. В першу чергу це стосується ремонту здуття і локальних пошкоджень.

Відома технологія ремонту рулонних покрівель, що передбачає установку повітряних аераторів - флюгарок. Ця технологія дозволяє підсушувати утеплювач після ремонту покрівлі в процесі її експлуатації, що істотно збільшує міжремонтний термін. Однак, застосування технології ремонту покрівель з використанням флюгарок істотно дорожче, як за матеріалами, так і по заробітній платі. Житлово-експлуатаційні організації, що виконують ремонт, посилюються на відсутність належного фінансування і ніколи - з розглянутих авторами об'єктів - флюгарки не встановлюють. Слід зауважити, що при техніко-економічному обґрунтуванні ремонту покрівлі не враховуються втрати тепла, які викликані зниженням опору теплопередачі утеплювача, що наближається до опору теплопередачі льоду. Це призводить до додаткових витрат газу у котельні.

У даній статті порівнюються тепловтрати і, відповідно, витрата газу на компенсацію втрат тепла, що втрачається через покрівлю при мокрому і сухому утеплювачі.

Як зазначалося вище, конструкція суміщеної покрівлі складається з:

1 шар – збірна залізобетонна плита покриття, де  $\lambda_1 = 1,69 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;  $\delta_1 = 0,22 \text{ м}$ .

2 шар – пароізоляція (у розрахунок не береться);

3 шар – утеплювач, де  $\lambda_3 = 0,144 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;  $\delta_3 = 0,25 \text{ м}$ .

4 шар – цементно-піщане стягування, де  $\lambda_4 = 0,47 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;  $\delta_4 = 0,04 \text{ м}$ .

5 шар – гідроізоляція (два шари руберойду), де  $\lambda_5 = 0,17 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;  $\delta_5 = 0,01 \text{ м}$ .

6 шар – захисний шар-посипка (у розрахунок не береться).

Розрахункове значення теплопередачі даху визначалося за формулою (2);

$$R_{осухо\text{й}}^{\text{расч}} = \frac{1}{\alpha_{in}} + \frac{1}{\alpha_{ex}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} \quad (2)$$

$$R_{осухо\text{й}}^{\text{розн}} = 2,17 (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}.$$

Розрахункове значення приведенного опору теплопередачі при замерзлому утеплювачі  $\lambda_3 = 2,21 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$

$$R_{о\text{замерз}}^{\text{розн}} = 0,48 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Коефіцієнт теплопередачі розраховувався як відповідно:

$$K_{\text{сух}} = \frac{1}{2,17} = 0,46 \text{ Bm} / \text{м}^2 \text{ K} ;$$

$$K_{\text{замер}} = \frac{1}{0,48} = 2,1 \text{ Bm} / \text{м}^2 \text{ K} ;$$

Витрати теплової енергії, що проходить через 1м<sup>2</sup> конструкцій даху знаходиться як вираз 3:

$$Q = A \cdot k \cdot \Delta t \cdot \psi \quad (3)$$

де  $A$  – питома розрахункова площа – 1м<sup>2</sup>;

$k$  – коефіцієнт теплопередачі;

$\Delta t$  – перепад температур;

$\psi$  – коефіцієнт орієнтації конструкції.

Таким чином, втрати теплової енергії:

- при сухому утеплювачі:

$$Q = 1 \cdot 0,46 \cdot 35 \cdot 1,1 = 17,71 \text{ Bm}$$

- при замерзлому утеплювачі:

$$Q = 1 \cdot 2,1 \cdot 35 \cdot 1,1 = 80,9 \text{ Bm}$$

Кількість газу, яке витрачається на заповнення втрат потужності теплової енергії, що йде через 1м<sup>2</sup> конструкцій даху за 1 годину, визначається за формулою (4):

$$V_{1\text{год}} = \frac{Q}{q} \quad (4)$$

де  $q$  – потужність, що розвивається при спалюванні 1м<sup>3</sup> газу протягом 1 години.

Теплотворна здатність 1м<sup>3</sup> газу різних родовищ коливається від 35000 кДж до 45000 кДж. Відповідно  $q$  коливається от 9,7 кВт до 12,5 кВт .

Для розрахунку приймаємо дані підприємства Дніпрогаз у м. Дніпро, відповідно:

- для сухого утеплювача:

$$V_{1\text{год}} = \frac{17,71}{8500} = 0,00208 \text{ м}^3 / \text{год}$$

- для мерзлого утеплювача:

$$V_{1\text{год}} = \frac{80,9}{8500} = 0,00952 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Для оцінки ефективності використання технології ремонту з встановленням флюгарок як об'єкт-представник обрана площа даху 4-х під'їзного 5-ти поверхового житлового будинку  $S = 1352 \text{ м}^2$ .

За даними прайс-листа будівельного супермаркету «Нова лінія» вартість 1 флюгарки становить 19,05 у.г.о. Для просушування утеплювача протягом літа рекомендується ставити по 1 флюгарці на 10м<sup>2</sup> покриття. Відповідно на даний об'єкт необхідно встановити 135 флюгарок.

Загальні витрати газу, що витрачаються на весь опалювальний сезон розраховуємо за формулою (5):

$$V_{\text{газ}} = V_{1\text{год}} \cdot S \cdot 24 \cdot 30 \cdot 5, \text{ м}^3 \quad (5)$$

де  $S$  – площа даху;

24 – кількість годин в добі;

30 – кількість днів у місяці;

5 – тривалість опалювального сезону в місяцях.

Загальні витрати газу:

- для сухого утеплювача:

$$V_{\text{газ}} = 0,00208 \cdot 1352 \cdot 24 \cdot 30 \cdot 5 = 10123,7 \text{ м}^3 ;$$

- для замерзлого утеплювача:

$$V_{\text{газ}} = 0,00952 \cdot 1352 \cdot 24 \cdot 30 \cdot 5 = 46335 \text{ м}^3 .$$

Виходячи з розрахунків різниця між споживанням газу при сухому і мерзлому утеплювачі за сезон складає 36211 м<sup>3</sup>.

При тарифі на газ для населення  $\Gamma = 0,174$  у.д.е./м<sup>3</sup> збільшення вартості оплати газу по дому за сезон складе приблизно 6300 у.г.о.

## Висновки

При ремонті суміщених плоских дахів 5-ти, 9-ти поверхових будинків масових серій слід використовувати норму на ремонт рулонного килима 51 люд-год. на 100м<sup>2</sup>.

Економічно доцільно застосовувати технологію, що передбачає просушування замокнутого утеплювача шляхом установки повітряних аераторів - флюгарок. При цьому економічна ефективність буде збільшуватися зі збільшенням тарифів на газ.

Застосування наведеної технології ремонту дахів повинно бути повсюдним і контролюватися державою в рамках програми енергозбереження.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мягкая кровля / А.Д. Жуков // Кровельные и изоляционные материалы. – 2006. – №4. – С. 17-19.
2. Мак-Доналд Р. Иллюстрированный справочник по строительству / Р. Мак-Доналд; перев. с англ. Т.И. Сенниковой. – Москва: «Додэка-Х1», 2009. – 256 с.
3. Державні будівельні норми України. ДБН В.2.6-14-97. Конструкції будинків і споруд. Покриття будинків і споруд : Вид. офіц. затверд. наказом Держкомітету України у справах містобудування і архітектури від 7.05.1997 р. та введені в дію 1.01.1998 р. Т. 1, 2 і 3. – Київ : Держкомістобудування України, 1998. – 140 с.
4. Беляев Л.И. Повышение долговечности кровель // Жилищное строительство. 1997. – № 11. – С. 19.
5. Полозюк В.В. О долговечности кровельных материалов // Кровля и изоляция. 2001. – № 3-4. – С. 9-11.
6. Жуков А.Н., Перехоженцев А.Г. К оценке температурного режима совмещенного покрытия общественного здания в летний период года // Вестник ВолГАСУ. Волгоград : Изд-во ВолГАСУ, 2012. – Вып. 29 (48). – С. 93-98.

**REFERENCES**

1. Zhukov A.D. Myagkaya krovlya [Soft roof] / Krovel'nye i izolyacionnye materialy. – 2006, no 4, pp. 17-19. (in Russian).
2. Mak-Donald, R. Illyustrirovannyj spravochnik po stroitel'stvu [Illustrated guide to building]. / R. Mak-Donald; trans. s angl. T.I. Sennikovej. M.: «Dodehka-H1», 2009, 256 p. (in Russian).
3. Derzhavni budivel'ni normi Ukraïni. DBN V.2.6-14-97. Konstrukcii budinkiv i sporud. Pokrittya budinkiv i sporud [Construction of buildings and structures. Surface buildings and structures] : Vid. ofic. Zatverd. nakazom Derzhkomitetu Ukraïni u spravah mistobuduvannnya i arhitekturi vid 7.05.1997 r. ta vvedeni v diyu 1.01.1998 r. T. 1, 2 i 3. – K. : Derzhkommistobuduvannya Ukraïni, 1998, 140 p. (in Ukrainian).
4. Belyaev J.I.I. Povyshenie dolgovechnosti krovel' [Increased durability of roofs] // Zhilishchnoe stroitel'stvo. 1997, no 11, pp. 19. (in Russian).
5. Polozyuk V.V. O dolgovechnosti krovel'nyh materialov [On the durability of roofing materials] // Krovlya i izolyaciya. 2001, no 3-4, pp. 9-11. (in Russian).
6. Zhukov A.N., Perekhzhencev A.G. K ocenke temperaturnogo rezhima sovmeshchennogo pokrytiya obshchestvennogo zdaniya v letnij period goda. [Estimating the temperature of the combined coverage of a public building in the summer season] // Vestnik VolgGASU. Volgograd : Izd-vo VolgGASU, 2012, vyp. 29 (48), pp. 93-98. (in Russian).

*Стаття рекомендована до публікації д.т.н., наук, проф. Лаухіним Д.В., д.т.н., проф. Сухомлиним Г.Д. (Україна)*