

УДК 693.61

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2022.41.5>**Уманець І.М.**

к.т.н., доцент кафедри будівельних технологій,
Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

Глуценко І.В.

старший викладач кафедри будівельних технологій,
Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ СТУПЕНЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ НА ЯКІСТЬ САНУЮЧОЇ ШТУКАТУРКИ

Анотація. У статті розглядається ступінь впливу технологічних чинників на якість сануючої штукатурки для прийняття технологічних рішень з її улаштування. Для цього експертам було запропоновано оцінити сім технологічних чинників (рухомість розчинної суміші, вологість основи, спосіб влаштування штукатурного шару, наявність контактного шару, технологічна перерва між нанесенням шарів, спосіб розрівнювання та загладжування нанесеного шару, вид інструменту для розрівнювання та загладжування) в натуральних числах від 1 до 9 в залежності від ступеня (міри) їх впливу на пористість штукатурки за принципом більший вплив – більший бал. За результатами експертного опитування чинники за ступенем впливу на пористість штукатурки ранжирувані в наступному порядку: рухомість розчинної суміші 43 ранги; вологість основи 44,5 ранги; наявність контактного шару 82 ранги; спосіб влаштування 74,5 ранги; технологічна перерва між нанесенням шарів 91,5 ранги, для подальших експериментальних і натурних експериментів визначення їх впливу на показники якості штукатурки.

Експериментом встановлені параметри технологічних чинників для забезпечення якості сануючої штукатурки в нормованих параметрах: вологість основи від 7,0 до 12,0%; рухомість розчинної суміші від 8,3 до 11,0 см; наявність контактного шару на 50% площі основи. Забезпечення пористої структури сануючої штукатурки понад 45% досягнуто способом легкого багаторазового накидання мікродозами розчинної суміші.

Ключові слова: сануюча штукатурка, рухомість розчинної суміші, вологість основи, спосіб влаштування штукатурного шару, наявність контактного шару, технологічна перерва між нанесенням шарів, пористість.

Постановка проблеми. Сануючі штукатурки застосовують для відновлення опорядження і боротьби з надлишковою вологою та засоленістю цегляних конструкцій пам'яток архітектури [1; 2]. Вони відрізняються від вапняних, вапняно-цементних і цементних штукатурок пористістю понад 40%, яка визначається з використанням ізопропанолу у вакуумі, коефіцієнтом опору дифузії водяної пари менше 12 та капілярним водопоглинанням більшим 0,3 кг/м² [3]. Компонентним складом забезпечено проникнення води з кам'яної стіни в штукатурку на глибину 5 мм, далі по капілярній системі рухаються лише водяні пари, а солі із води консервуються в порах [4–5].

Відсутність аналогічних матеріалів власного виробництва на ринку України сприяють

його заповненню сухими будівельними сумішами сануючих штукатурок європейського виробництва Remmers, Хенкель Баутехнік (Україна), Schomburg, Caparol, Deiterman тощо. Значна вартість для українських споживачів та відсутність досліджень підштовхнула до створення рецептури сануючої штукатурки з вітчизняних матеріалів [6; 7]. Змінюючи склад компонентів теплоізоляційної перлітової штукатурки досліджено залежності фізико-механічних показників штукатурки від кількісної зміни кожного компонента рецептури [8].

Процес улаштування сануючих реставраційних штукатурок, нажаль, супроводжується відсутністю чіткої нормативної бази, технологічного обладнання для визначення

показників якості в лабораторних і натурних умовах, досвіду роботи у цьому напрямку, що призводить до погіршення якості штукатурних робіт.

Існуючі в Україні нормативні документи не розкривають структури операцій влаштування штукатурки та параметрів процесу, а дають лише загальні рекомендації [1–2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Найважливіший показник якості сануючої штукатурки є пористість. Утворення пористості штукатурки і, як наслідок, її паропроникність залежать від процесів формування та твердіння шару штукатурки. Спосіб влаштування штукатурки значною мірою впливає на пористість і паропроникність [4]. Більшість науковців відзначають, що зі збільшенням рухомості розчинної суміші пористість розчину зростає [5; 10]. При традиційному накиданні кельмою розчинної суміші рухомістю від 10 до 12 см осідання конуса тонкими шарами товщиною 5–7 мм і порція розчинної суміші від удару об стіну ущільнюються, що створює щільну структуру шарові штукатурки і, як наслідок, низьку пористість.

Ущільнення штукатурки відбувається також за рахунок відсмоктування води з розчинної суміші пористою основою. Одразу ж після нанесення ще не зовсім затужавілу поверхню штукатурки розрівнюють полутером з прикладанням певного зусилля до інструмента [11]. Розрівнювання також створює додаткове ущільнення тонкого шару. При збільшенні кількості шарів її пористість зменшується.

Формулювання цілей та завдань статті.

Метою цієї статті є вивчення позиції науковців та спеціалістів з технології реставрації штукатурки пам'яток архітектури стосовно впливу технологічних чинників, які проявляються при влаштуванні сануючої штукатурки, на основні санаційні фізико-механічні показники. За результатами соціалістичних досліджень експериментально підтвердити ступінь впливу технологічних чинників на показники якості сануючої перлітової штукатурки.

У статті використовуються соціологічні, економіко-статистичні методи дослідження, зокрема метод експертного опитування, і лабораторні та натурні експерименти.

Виклад основного матеріалу. Для виконання поставленої мети було проведено анкетування дев'ятнадцять представників-експертів,

які працюють у різних організаціях і мають високий рівень компетентності щодо досліджуваної проблеми.

Респондентами даного анкетування були керівники підприємств, керівники структурних підрозділів та контролю якості, начальники лабораторій, провідні інженери й технологи.

Під час анкетування, респондентам було запропоновано оцінити вплив технологічних чинників на пористість сануючої штукатурки за десятибальною шкалою. Найвища оцінка 10 балів присуджувалася тому чиннику, який, на думку експерта, має найвищий вплив на пористість штукатурки; всім іншим чинникам експерти надавали оцінки в натуральних числах від 1 до 9 в залежності від ступеня (міри) їх впливу на пористість штукатурки (більший вплив – більший бал) [12; 13].

Для оцінювання експертам було запропоновано сім технологічних чинників: рухомість розчинної суміші (X_1), вологість основи (X_2), спосіб влаштування штукатурного шару (X_3), наявність контактного шару (X_4), технологічна перерва між нанесенням шарів (X_5), спосіб розрівнювання та заглажування нанесеного шару (X_6), вид інструменту для розрівнювання та заглажування (X_7).

У результаті опитування, найвпливовіший чинник отримав ранг одиницю, а найменш впливовий – найбільший ранг, рівний семи.

Ранги, отримані від експертів, представлені у вигляді гістограми у порядку значущості технологічного чинника на показник пористості сануючої перлітової штукатурки (рис. 1).

Як свідчать результати експертного опитування, найбільший вплив на пористість сануючої перлітової штукатурки має спосіб її влаштування – (X_3) = 43 ранги. На другому місці зі значенням в 44,5 ранги розміщена рухомість розчинної суміші. Наступну місце, згідно з експертним анкетуванням, займає вологість основи в 74,5 ранги, за нею слідує наявність контактного шару – (X_4) = 82 ранги. На передостанньому місці експерти розмістили спосіб розрівнювання та заглажування нанесеного штукатурного шару і технологічну перерву між нанесенням шарів з сумою 91,5 і 96 ранги відповідним чинникам. Найменше значення (100,5 рангів) отримано від експертів для технологічної перерви між нанесенням шарів (X_5).

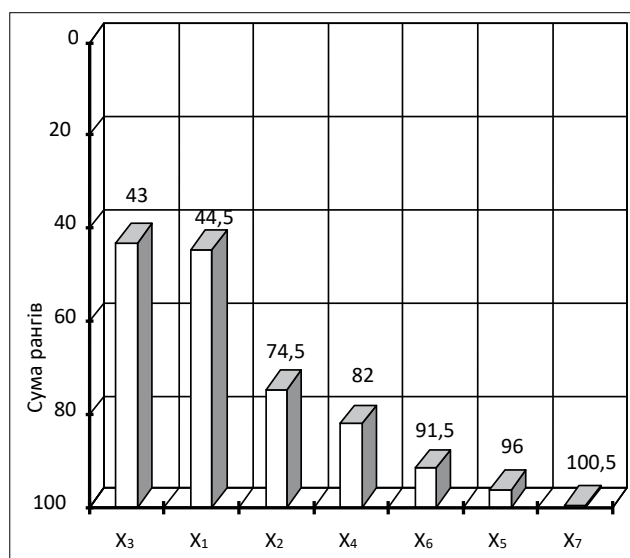


Рис. 1. Гістограма ранжирування технологічних чинників за сумою рангів:

X₁ – рухомість розчинної суміші; X₂ – вологість основи; X₃ – спосіб влаштування; X₄ – наявність контактного шару; X₅ – перерва між нанесенням шарів X₆ – спосіб розрівнювання нанесеного шару; X₇ – вид інструмента для розрівнювання.

Чинники за ступенем впливу на пористість штукатурки можна виписати в наступному порядку: рухомість розчинної суміші; вологість основи; наявність контактного шару; спосіб влаштування; технологічна перерва між нанесенням шарів.

Аналізом науково-технічної літератури та методом експертних оцінок виявлено межі змін параметрів технологічних чинників, які подані в табл. 1.

Таблиця 1. Межі виявлених змін параметрів технологічних чинників

№ п/п	Назва технологічного чинника	Одиниця вимірювання	Межі змін параметра
1	Рухомість розчинної суміші	см	від 8,0 до 11,0
2	Вологість основи	%	5,5; 12
3	Наявність контактного шару	%	0%; 50%
4	Спосіб влаштування шару	спосіб	7 способів
5	Технологічна перерва	годин	від 4 до 48

Методом експертних оцінок встановлено, що найвпливовішим на пористість штукатурки і коефіцієнт опору дифузії водяної пари є рухомість розчинної суміші 43 ранги і вологість основи 44,5 ранги, однак меншою мірою – спосіб влаштування штукатурного шару (74,5 ранги), наявність контактного шару (82 ранги), технологічна перерва між нанесенням шарів (91,5 ранги).

За результатами соціалістичних досліджень проведено лабораторні та натурні експерименти [6–7], на підставі яких визначено показники якості сануючої перлітової штукатурки шляхом їх порівняння зі значеннями нормативних документів.

Вибір необхідних параметрів технологічних чинників, які впливають на фізико-механічні показники штукатурки, здійснили порівнявши значень фізико-механічних показників зразків штукатурки зі значеннями рекомендованими діючими нормативними документами.

Для забезпечення міцності зчеплення штукатурки з основою понад 0,4 МПа значення технологічних чинників, вологість основи та рухомість розчинної суміші, вибирали за допомогою номограми (рис. 2).

Побудова номограми полягала в тому, що спочатку будували графіки залежності міцності зчеплення від рухомості розчинної суміші при вологості основи 5,5% і 12% (виділено пунктирною лінією). Потім відстань між точками 1 і 2, 3 і 4, 5 і 6 поділили на 7 частин і побудували шість графіків залежності міцності зчеплення штукатурки з основою від рухомості розчинної суміші при вологості основи 6, 7, 8, 9, 10, 11%.

Спроектувавши горизонталь через 0,4 МПа на шкалі міцності зчеплення штукатурки з основою до перетину її з графіками міцності зчеплення з основою вологістю 10, 9, 8, 7 і 6% отримано точки 7, 8, 9, 10, 11. Опустивши вертикалі з цих точок до горизонтальної осі визначали значення мінімальної рухомості розчинної суміші 8,2; 9,1; 9,7; 10,8 при якій на основі з вологістю відповідно 10, 9, 8, 7,6% міцність зчеплення буде не менше 0,4 МПа.

За даними [6–7] побудовано номограму визначення мінімальної рухомості розчинної суміші сленакопичувального шару сануючої штукатурки при основах різної вологості, що забезпечить пористість шару понад 45% (рис. 3).

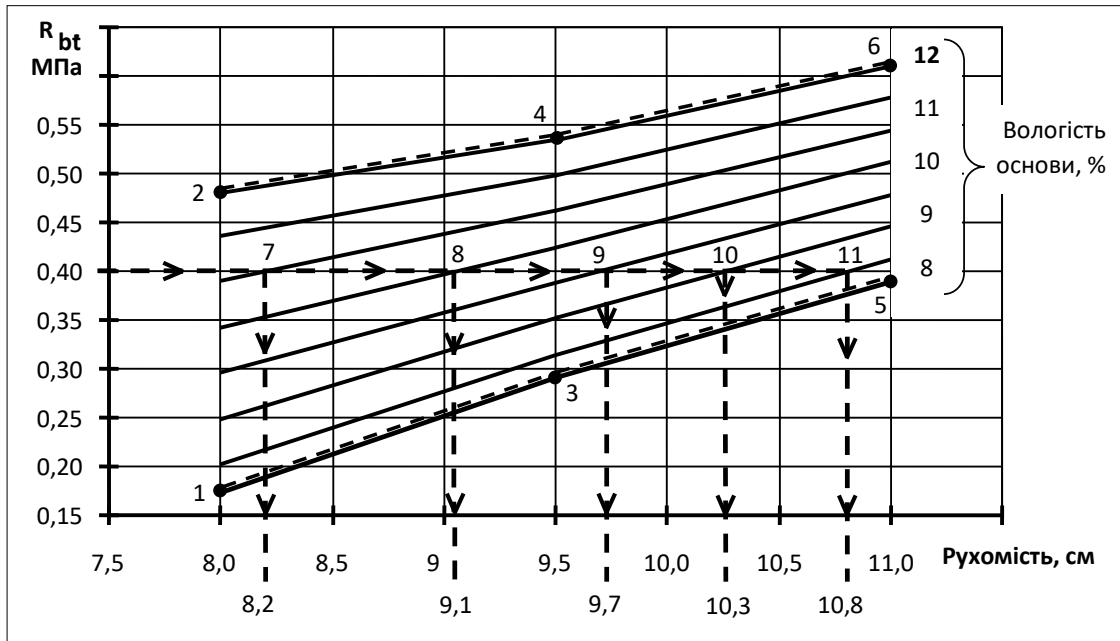


Рис. 2. Номограма визначення мінімальної рухомості розчинної суміші сануючої штукатурки при різній вологості основи з контактним шаром, що забезпечить міцність зчеплення штукатурки з основою понад 0,4 МПа

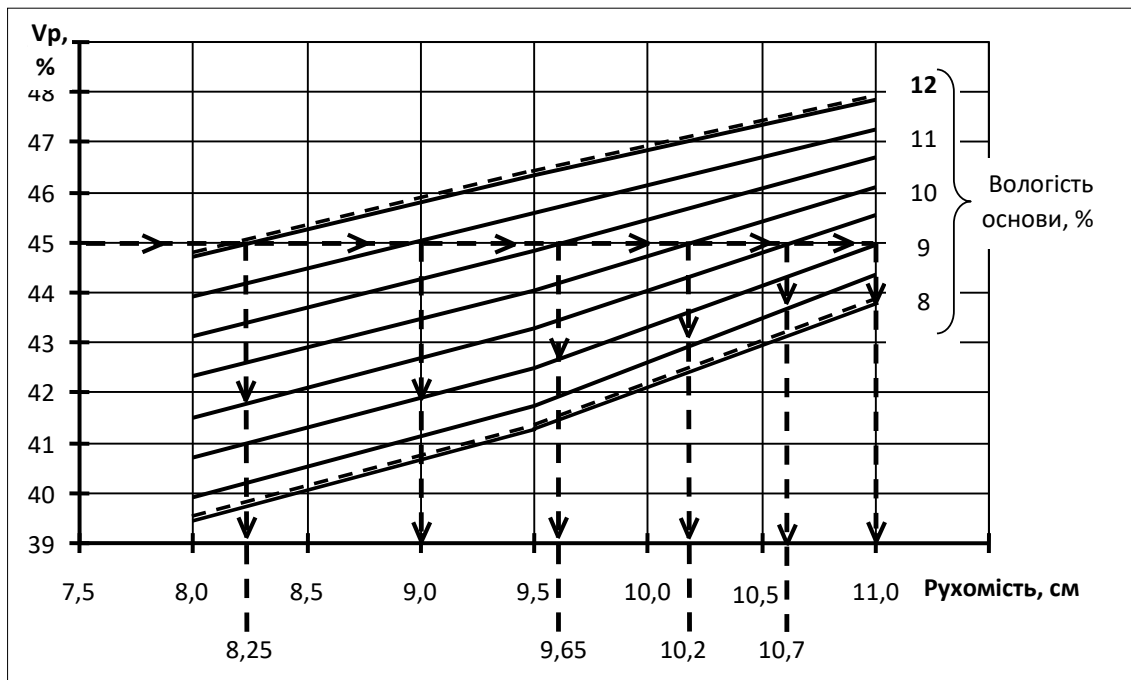


Рис. 3. Номограма визначення мінімальної рухомості розчинної суміші сануючої штукатурки при різній вологості основи з контактним шаром, що забезпечить пористість штукатурці не менше 45 %

На перетині горизонталі проведеної через нормативне значення пористості 45% та графіків залежності пористості від рухомості розчинної суміші для основ зазначеної вологості

визначали мінімальну рухомість розчинної суміші, яка забезпечить потрібну пористість соленакопичувального шару, влаштованого на цегляній основі вологістю від 12 до 7%.

За співвідношенням чисельних значень вологості основи та мінімальної рухомості розчинної суміші отримали математичну залежність рухомості розчинної суміші від вологості основи.

$$OK = -0,05 \omega_m^2 + 0,41 \omega_m + 10,62, \quad (1)$$

де ОК – рухомість розчинної суміші, см;

ω_m – вологість основи, %.

Далі на основі результатів досліджень був вибраний спосіб влаштування соленакопичувального шару. Для цього в результаті аналізу експериментальних значень пористості соленакопичувального шару, влаштованого сімома способами (табл. 2) вибрано чотири способи влаштування, які забезпечують пористість шару понад 45 %, і, майже рівну 45 % (44,85 %). Це спосіб 3 також можна вважати прийнятним для влаштування сануючої перлітової штукатурки.

Таблиця 2. Пористість соленакопичувального шару сануючої перлітової штукатурки, виготовленого різними способами

№ способу	Спосіб влаштування штукатурного шару	Пористість, %
1	Традиційне накидання кельмою з розрівнюванням шару полутером при переміщенні розчинної суміші біля 50 см	35,69
2	Легке накидання кельмою малими порціями з додатковим підкиданням мікродози розчинної суміші у пропуски з легким розрівнюванням шару полутером	45,32
3	Накидання кельмою зі зрізанням надлишку розчинної суміші правилом з ріжучим краєм	44,85
4	Накидання кельмою зі зрізанням затверділого надлишку розчину правилом з ріжучим краєм	42,08
5	Традиційне намазування розчинної суміші полутером з ущільненням	35,87
6	Намазування розчинної суміші полутером по маяках без ущільнення	45,60
7	Відливання шару штукатурки за допомогою вертикальної односторонньої опалубки	46,10

Висновки.

1. Чинники за ступенем впливу на пористість штукатурки ранжирувані в наступному порядку: рухомість розчинної суміші 43 ранги; вологість основи 44,5 ранги; наявність контактного шару 82 ранги; спосіб влаштування 74,5 ранги; технологічна перерва між нанесенням шарів 91,5 ранги.

2. Встановлені параметри технологічних чинників для забезпечення якості сануючої штукатурки в нормованих параметрах:

– вологість основи від 7,0 до 12,0 %;

– рухомість розчинної суміші від 8,3 до 11,0 см;

– наявність контактного шару на 50 % площі основи.

3. Встановлена математична залежність між вологістю основи, на яку необхідно нанести розчинний шар, та рухомістю розчинної суміші сануючої перлітової штукатурки.

4. Забезпечення пористої структури сануючої штукатурки понад 45 % досягнуто способом легкого багаторазового накидання мікродозами розчинної суміші.

Література

1. ДСТУ Б В.2.7-126:2011. Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні умови [Чинний з 1.06.2011]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 63 с.
2. ДСТУ-Н Б В.3.2-4:2016. Настанова щодо виконання ремонтно-реставраційних робіт на пам'ятках архітектури та містобудування [Чинний з 1.01.2017]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 50 с.
3. WTA Merkblatt 2-2-91/D. Sanierputzsysteme. Deutsche Fassung. Stand Juli 1992 (Vorversion) : Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. -WTA-, München, 1992, 9 S.
4. Die Keller Sanierung mit verschiedenen Putzen. *Die Kellertrockenlegung und Mauertrocknung sowie die Ursachen der Feuchtigkeit im Mauerwerk*. 2008. № 5. S. 11–14.
5. Teresa Claudio Diaz Concalves Salt crystallization in plastered or rendered walls / Lisbon : Instituto superior tecnico, 2007. 262 p.

6. Уманець І. М. Технологія влаштування санувальної перлітової штукатурки : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.08. Київ, 2012. 19 с.
7. Терновий В. І., Уманець І. М., Молодід О. С., Гуцуляк Р. Б. Перлітові сануючі штукатурки для мокрих і засолених стін. *Будівельне виробництво*. 2014. № 56. С. 111–115.
8. Терновий В. І., Уманець І. М. Перспективи впровадження вітчизняних санаційних штукатурок. *Софійський часопис*. Вип. 4. *Софійські читання* : збірник статей за матеріалами Х міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 19–20 вересня 2019 р.) Київ, 2020. С. 410–415.
9. Рекомендації до технології влаштування сануючої вапняно-перлітової штукатурки (ШС-ВП) на об'єктах культурної спадщини / Гуцуляк Р. Б., Терновий В. І., Уманець І. М., Молодід О. С. Київ : ЦП «КОМПРИНТ», 2013. 39 с.
10. Каныука Н. С. Однослойная вибрированная штукатурка : дис. ... канд. тех. наук : 05.23.08. Київ, 1953. 258 с.
11. Хартмут Росс, Фридеманн Шгаль Штукатурка. Практическое руководство : материалы, техника производства работ, предотвращение дефектов. СПб., 2006. 274 с.
12. Белешев С. Д., Гурвич Ф. Г. Математическо-статистические методы экспертных оценок : 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Статистика, 1980. 263 с.
13. Осипов О. Ф., Романушко Є. Г. Аналіз і прогнозування основних тенденцій і напрямків прогресу у будівництві : методичні рекомендації. Київ : КНУБА, 2000. 24 с.

References

1. DSTU B V.2.7-126:2011. Dry modified construction mixes. General conditions. [Effective from 1.06.2011]. View. officer Kyiv : Ministry of Regional Development of Ukraine, 2011. 63 p.
2. DSTU-N B V.3.2-4:2016. Instructions on performing repair and restoration works on monuments of architecture and urban planning. [Effective from 1.01.2017]. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2016. 50 p.
3. WTA Merkblatt 2-2-91/D. Sanierputzsysteme. Deutsche Fassung. Stand Juli 1992 (Vorversion) : Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. -WTA-, Мьнchen, 1992, 9 S.
4. Die keller Sanierung mir verschiedenen Putzen. *Die Kellertrockenlegung und Mauerrocknung sowie die Ursachen der Feuchtigkeit im Mauerwerk*. 2008. № 5. S. 11–14.
5. Teresa Claudio Diaz Concalves Salt crystallization in plastered or rendered walls / Lisbon : Instituto superior techico, 2007. 262 p.
6. Umanets I. M. Technology of installation of sanitary perlite plaster : autoref. thesis ... candidate technical Sciences: 05.23.08. Kyiv, 2012. 19 p.
7. Ternovy V. I., Umanets I. M., Molodid O. S., Hutsulyak R. B. Perlite sanitizing plasters for wet and salted walls. *Building industry*. 2014. No. 56. P. 111–115.
8. Ternovy V. I., Umanets I. M. Prospects for the introduction of domestic remedial plasters. *Sofiyskyi chasopis*. Issue. 4. Collection of articles based on the materials of the X international scientific and practical conference “Sophia readings” (Kyiv, September 19–20, 2019) Kyiv, 2020. P. 410–415.
9. Recommendations for the technology of placing remedial lime-perlite plaster (ShS-VP) on objects of cultural heritage / R. B. Hutsulyak, V. I. Ternovy, I. M. Umanets, O. S. Molodid. Kyiv : CP “COMPRINT”, 2013. 39 p.
10. Kanyuka N. S. One-layer vibrated plaster : diss. ... candidate technical Sciences : 05.23.08. Kyiv, 1953. 258 p.
11. Hartmut Ross, Friedemann Stahl Plaster. Practical guide : materials, work technique, defect prevention. SPb., 2006. 274 p.
12. Beleshev SD, Gurvich FG Mathematical-statistical methods of expert assessments. : 2nd ed., revised. and additional Moscow : Statistics, 1980. 263 p.
13. Osypov O. F., Romanushko E. G. Analysis and forecasting of the main trends and directions of progress in construction : methodological recommendations. Kyiv : KNUBA, 2000. 24 p.

RESEARCH OF THE DEGREE OF INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FACTORS ON THE QUALITY OF REPAIRING PLASTER

Abstract. *The article considers the degree of influence of technological factors on the quality of sanitizing plaster for making technological decisions on its installation. To do this, experts were asked to evaluate seven technological factors (mobility of the mortar mixture, moisture content of the substrate, method of laying the plaster layer, the presence of contact layer, technological break between layers, method of leveling and smoothing the applied layer, type of tool for leveling and smoothing). 1 to 9, depending on the degree (degree) of their impact on the porosity of the plaster on the principle of greater impact – higher score. According to the results of the expert survey, the factors according to the degree of influence on the porosity of the plaster are ranked in the following order: mobility of the soluble mixture 43 ranks; base moisture 44.5 ranks; the presence of a contact layer 82 ranks; method of arrangement 74.5 ranks; technological break between the application of layers of 91.5 ranks, for further experimental and field experiments to determine their impact on the quality of plaster.*

The experiment established the parameters of technological factors to ensure the quality of sanitizing plaster in the normalized parameters: base moisture from 7.0 to 12.0 %; the mobility of the soluble mixture from 8.3 to 11.0 cm; the presence of a contact layer on 50 % of the base area. Ensuring the porous structure of the sanitizing plaster over 45 % is achieved by the method of easy multiple application of microdoses of the soluble mixture.

Key words: sanitizing plaster, mobility of soluble mixture, moisture of the base, method of arrangement of plaster layer, presence of contact layer, technological break between layers application, porosity.

Umanets I.M.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Construction Technologies,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Glushchenko I.V.

Senior Lecturer at the Department of Construction Technologies,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv